

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE

O pequeno produtor rural e a viabilidade econômica da cultura da mamona no Sertão Central do Ceará: A proposta de um modelo de simulação da cadeia produtiva do biodiesel

POLYANA K. MENDES XIMENES

FORTALEZA- CEARÁ

2009

POLYANA K. MENDES XIMENES

O pequeno produtor rural e a viabilidade econômica da cultura da mamona no Sertão Central do Ceará: A proposta de um modelo de simulação da cadeia produtiva do biodiesel

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro de Estudos Aplicados, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração. Área de Concentração: Pequenos e Médios Negócios
Orientador: Professor Dr. Samuel Façanha Câmara

FORTALEZA - CE

2009

Universidade Estadual do Ceará

Curso de Mestrado Acadêmico em Administração

Titulo do Trabalho: O pequeno produtor rural e a viabilidade econômica da cultura da mamona no Sertão Central do Ceará: A proposta de um modelo de simulação da cadeia produtiva do biodiesel

Autor: Polyana Karina Mendes Ximenes

Defesa em: 27 / 08 / 2009

Conceito obtido: Aprovado

Nota Obtida: 9,5 (Nove e meio)

Banca Examinadora

Prof. Samuel Façanha Câmara
Doutor em Economia
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Prof. Carlos Artur Sobreira Rocha
Doutor em Estatística

Prof. Daniel Rodriguez de Carvalho
Pinheiro
Doutor em Sociologia

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a razão de tudo.

Aos meus pais Clóvis Ximenes e Angélica, pelo amor, incentivo e exemplo de justiça e dedicação.

Aos meus irmãos Nestor e Júnior, pelo afeto constante.

Ao meu sobrinho Henrique por trazer tanta felicidade.

Ao professor Samuel Façanha Câmara, meu orientador, pela orientação, exemplo profissional, paciência e especialmente por ter me aceitado tão prontamente quando o procurei.

Agradeço aos professores Carlos Arthur Sobreira Rocha e Daniel Pinheiro pela contribuição como examinadores da banca e pelos valorosos conselhos.

Às minhas amigas e amigos.

A Bia, Tia Bena e Tio Rufino pela presença constante.

Ao Edson pelo carinho.

**Aos meus pais,
irmãos e sobrinhos.**

RESUMO

Entre as inúmeras vantagens verificadas a partir da introdução do biodiesel na matriz energética do Brasil, as sociais dão bastante impulso para a sua sedimentação do biodiesel como pilar energético. A questão social atrelada ao enfoque regional transforma a produção de biodiesel, a partir da agricultura familiar, numa solução para exclusão social dos pequenos produtores rurais. O que poderá impactar positivamente na região do Semi-Árido nordestino, que possui aproximadamente dois milhões de famílias vivendo em condições sociais bastante precárias, dependendo de políticas assistencialistas, como o programa Bolsa-Família, instituído pelo Governo federal. Com o objetivo de auxiliar a sedimentação exitosa da produção de biodiesel a partir da mamona pelos pequenos agricultores familiares, buscou-se elaborar um modelo da sua cadeia produtiva, que fosse capaz de traçar cenários futuros e direcionar como proceder em relação à exploração dessa cultura. Alguns dos resultados obtidos demonstraram que, mesmo com uma área destinada ao plantio da mamona ser bem menor do que a área destinada a outras atividades, a receita proveniente da comercialização da mamona, supera significativamente a renda proveniente de outros trabalhos. Assim, verificou-se que a aplicação da metodologia proposta possibilita um melhor planejamento, visto que as escolhas serão baseadas nos cenários futuros construídos, onde será possível fazer ótimas escolhas em relação à quantidade de hectares destinados ao cultivo da oleaginosa, quantidade necessária de crédito, quantidade de insumos, como também, em relação aos rendimentos auferidos.

Palavras chave: cadeia produtiva da mamona; biodiesel; agricultura familiar; modelagem sistêmica.

ABSTRACT

Among the many advantages that occur from the introduction of biodiesel in the energy matrix of Brazil, the social advantages are very important for its sedimentation as an energy pillar. The social issue linked to the regional approach makes the production of biodiesel from the family farm a solution to social exclusion of small farmers, what can positively impact the Northeast semiarid region, where two million families are living in very precarious social conditions, depending on welfare policies, such as “Bolsa Família” program, established by the federal government. In order to assist the successful settling of biodiesel production from castor beans by small family farmers, we sought to develop a model of its production chain, which is able to draw future scenarios and orientate how to proceed with the exploitation of that culture. Some of the results showed that even with an area for the planting of castor bean being much smaller than the area for other cultures, the profit from the commercialization of castor oil, significantly exceeds the revenue with other activities. Thus, it was found that the proposed methodology allows better planning, because the choices will be based on future constructed scenarios, where you can make better choices of the quantity of hectares devoted to cultivation of the crop, required amount of credit, amount of inputs, as well as the obtained income.

Key words: production chain from mamona, biodiesel, family agriculture, systemic modeling

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	01
1.INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivos	04
1.1.1 Objetivo Geral.....	04
1.1.2 Objetivos Específicos.....	04
CAPÍTULO 2	05
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	05
2.1 Cadeia produtiva.....	05
2.2 O biodiesel.....	10
2.2.1 Cadeia produtiva do biodiesel.....	20
2.3 Cadeia produtiva do biodiesel - mamona.....	27
2.4 Agricultura familiar.....	36
2.5 Modelagem sistêmica.....	39
2.5.1 Diagrama de Enlace Causal.....	43
2.5.2 Diagrama de Estoque e Fluxo.....	44
2.6 Indicador de rentabilidade.....	48
CAPÍTULO 3	50
3. METODOLOGIA.....	50
3.1 A Natureza e o tipo de pesquisa.....	50
3.2 Estratégia da pesquisa.....	51
3.2.1. Definir uma situação complexa de interesse.....	55
3.2.2. Apresentar a história por meio de eventos.....	55
3.2.3. Identificar as variáveischave.....	55
3.2.4. Traçar os padrões de comportamento.....	56
3.2.5. Desenhar o mapa sistêmico.....	56

3.2.6. Identificar modelos mentais.....	56
3.2.7. Realizar cenários.....	56
3.2.8. Modelar em computador.....	57
3.2.9. Definir direcionadores estratégicos, planejar ações e reprojeter o sistema.....	57
3.3. Ambiente Computacional.....	58
3.4. Modelo de Simulação.....	59
4. CAPÍTULO	62
4. RESULTADOS	62
4.1. Análise dos resultados.....	62
5. CAPÍTULO.....	71
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	74
5.1 Conclusões.....	74
5.2 Limitações da pesquisa.....	75
5.3 Recomendações para trabalhos futuros.....	75
CAPÍTULO 6	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
7. ANEXOS.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de uma cadeia produtiva	07
Figura 2 – Modelo Geral de uma Cadeia Produtiva	07
Figura 3 - Produção de biodiesel por região até o fim de 2007	12
Figura 4 – Cadeia produtiva do biodiesel	19
Figura 5 – Processo de Obtenção do Biodiesel	21
Figura 6 - Distribuição do semi-árido na região Nordeste	31
Figura 7 - Elementos envolvidos na representação da causalidade no Diagrama de Enlace Causal	42
Figura 8 - Elementos envolvidos na elaboração de Diagramas de Estoque e Fluxo	43
Figura 9 - Exemplo de modelagem e simulação de enlaces em um Diagrama de Estoque e Fluxo	44
Figura 10 – Objetos utilizados para a construção do modelo	55
Figura 11 - Variável do modelo	58

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Alíquotas de PIS/PASEP e de COFINS aplicadas ao biodiesel	13
Quadro 2 – Quadro Comparativo entre o Modelo Tributário do Diesel e do Biodiesel	14
Quadro 3. Redução das emissões de gases com o biodiesel	21
Quadro 4 - Características gerais das Abordagens Sistêmicas <i>Hard</i> e <i>Soft</i>	39
Quadro 5 - Componentes integrantes dos Diagramas de Enlace Causal e de Fluxo	45
Quadro 6: Componentes integrantes do Diagramas de Enlace Causal	49
Quadro 7: Componentes integrantes do Diagramas de Fluxos	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Matriz Energética Brasileira	19
Gráfico 2. Preço da mamona	63
Gráfico 3. Oferta da região	64
Gráfico 4. Demanda por mamona	64
Gráfico 5. Demanda mamona X Média da demanda	65
Gráfico 6. Outras demandas	65
Gráfico 7. Demanda por mamona x outras demandas	66
Gráfico 8. Preço mamona	66
Gráfico 9. Área plantada de mamona x Linear	67
Gráfico 10. Área plantada de mamona	68
Gráfico 11. Área destinada a outras atividades	68
Gráfico 12. Receita da mamona	68
Gráfico 13. Renda de outros trabalhos	69
Gráfico 14. Receita da mamona	70
Gráfico 15. Renda bruta total de outras atividades	70
Gráfico 16. Renda familiar	71
Gráfico 17. Receita da mamona x renda familiar	71
Gráfico 18. Renda do autoconsumo	72
Gráfico 19. Receita da mamona x renda do autoconsumo	72
Gráfico 20. Renda familiar	73
Gráfico 21. Produção	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
SEAGRI	Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
PRONAF	Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RBTB	Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel
GTI	Grupo de Trabalho Interministerial
CEIB	Comissão Executiva Interministerial
PIS	Programa de Integração Social
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor
COFINS	Contribuição Para o financiamento da Seguridade Social
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BASA	Banco da Amazônia
BNB	Banco do Nordeste
MME	Ministério das Minas e Energias
MDIC	Ministério do Desenvolvimento Industrial e Comércio Exterior
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
DNC	Departamento Nacional de Combustíveis
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
ANFAVEA	Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
UE	União Européia
CBF	Fundo Bio Carbono
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
PCF	Fundo de Protótipo de Carbono
CO₂	Sigla do Gás Carbônico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

1. INTRODUÇÃO

A presente crise petrolífera não é consequência somente de conflitos diplomáticos entre países ocidentais e países árabes, mas também, um problema de aumento da demanda e uma possibilidade próxima da falta de estoques, somada a uma crise no meio ambiente (MAIA, 2008).

Associada à crise econômica descrita anteriormente, o consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo agride significativamente o ar atmosférico. Segundo o Plano Nacional de Agroenergia (BIODIESELBR, 2008), a concentração de CO₂ no ar atmosférico aumentou 31% nos últimos 250 anos, atingindo um índice nunca existido. Esses percentuais tendem a aumentar, caso as fontes emissoras de gases “com efeito” estufa, não sejam obrigadas a reduzirem seus potenciais.

Dessa forma, o incentivo ao consumo das energias alternativas revela-se num incontroverso colaborador para o desenvolvimento sustentável dos países, pretendendo, sobretudo preservar e conservar o meio ambiente, bem como, os arrefecimentos das transformações climáticas presentes e futuras (DÁLIA, 2006).

Neste contexto, a utilização do biodiesel como fonte energética acarreta a benéfica redução da emissão de CO₂ e gases que provocam o efeito estufa na atmosfera. Os benefícios ambientais ainda podem trazer vantagens econômicas, através da venda de créditos de carbono, alcançados pela diminuição desses gases poluentes lançados na atmosfera.

Outro aspecto importante a ser observado com relação à produção do biodiesel é a utilização de uma vasta gama de matérias-primas, incluindo oleaginosas, gorduras animais, vísceras de peixes e óleos usados. Entre as principais oleaginosas, utilizadas até agora, que podem originar o biodiesel, tem-se o dendê, o babaçu, o coco, a colza, o caroço do algodão, o pinhão manso, o girassol, a soja e a mamona.

Segundo Paulillo *et al* (2007), cada estado e região do Brasil estão sendo avaliados pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), em relação ao desenvolvimento de cadeias produtivas de diferentes óleos vegetais. Para a região Norte: dendê, babaçu, soja e gordura animal; para o Nordeste: babaçu, soja, mamona, dendê, algodão, coco, gordura animal e óleo de peixe; para o Sul: soja, colza, girassol, algodão, gordura animal e óleos de peixes; e, para o Sudeste: soja, mamona, algodão, girassol, gordura animal e óleos de peixes.

Entre as inúmeras vantagens verificadas a partir da introdução do biodiesel na matriz energética do Brasil, as sociais dão bastante impulso para a sua sedimentação do biodiesel como pilar energético. Pois a utilização da agricultura familiar na produção de oleaginosas (matéria-prima) torna esse combustível um vetor, com capacidade de proporcionar uma distribuição de renda mais equânime na região foco de exploração. Ainda, como vantagem econômica tem-se a possibilidade de redução das importações de petróleo, acarretando uma economia de divisas significativas para o país.

Com relação à questão social, com enfoque regional, temos na produção de biodiesel, a partir da agricultura familiar, uma solução para exclusão social dos pequenos produtores rurais. O que poderá impactar positivamente na região do Semi-Árido nordestino, que possui aproximadamente dois milhões de famílias vivendo em condições sociais bastante precárias, dependendo de políticas assistencialistas, como o programa Bolsa-Família, instituído pelo Governo federal.

Assim, no contexto regional, tem-se a opção da utilização da cultura da mamona, através da agricultura familiar como matéria-prima para a produção de biodiesel, o que provavelmente será implantado por meio do programa de estruturação do biodiesel no Semi-Árido nordestino, o que poderá resultar em um importante atenuante às condições de risco das famílias da região. Assim, a exploração da atividade econômica de produção de mamona para a cadeia produtiva do biodiesel poderá implicar no desenvolvimento socioeconômico do campo, trazendo melhorias pela via inversa, ou seja, a riqueza gerada no campo a partir do próprio campo.

Além das vantagens da implantação do biodiesel no Semi-Árido, com base na cultura da mamona, já apontadas no texto, a SEAGRI (Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 2003), afirma existirem, ainda, muitos desafios a serem enfrentados para conseguir explorar a cultura da mamona para servir de matéria-prima na produção do biodiesel através dos pequenos produtores rurais familiares em bases econômicas resistentes e competitivas.

As portas abertas pelo mercado internacional de biocombustíveis colocam grandes desafios para a agricultura nacional, pois o baixo nível educacional e a má distribuição de renda presentes no seio da família do pequeno agricultor são apenas alguns dos muitos entraves existentes na busca de formação de novos arranjos produtivos erradicantes dessas limitações (VIEIRA, 2006).

Desse modo, os benefícios sociais do PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) serão ineficazes, se não estiverem devidamente acompanhados ao

apoio governamental à estruturação produtiva dos estabelecimentos rurais. Consequente, o livre mercado termina por excluir os pequenos agricultores familiares pelo seu despreparo. As condições de competição são extremamente assimétricas, demandando que o setor público intervenha, reduzindo essas assimetrias, o que permite uma competição mais saudável e benéfica para todos e não simplesmente para os mais fortes.

Os desafios de viabilidade econômica, com que se deparam o pequeno agricultor familiar, base da cadeia produtiva, impõem dificuldades na formação do equilíbrio da tríade, lucro – energia – ambiente, demandando uma ação eficaz das três esferas governamentais, para o desenvolvimento do PNPB.

De acordo com o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) para que um empreendimento rural seja economicamente viável, é premente: volume mínimo de produção por hectare plantado, assistência técnica adequada, fornecedores de equipamentos e serviços, distâncias exequíveis da produção agrícola para a “usina” de processamento, disponibilidade de recursos financeiros para investimentos e capital de giro, condições edafoclimáticas adequadas para o cultivo de oleaginosas (mamona).

Para um ajuizamento inequívoco a respeito da lucratividade auferida pelo pequeno agricultor familiar com a exploração da cultura da mamona, faz-se imprescindível a utilização da metodologia da análise sistêmica, para a construção de cenários presentes e futuros, a partir das complexas relações existentes entre os atores presentes na cadeia produtiva do biodiesel, assim como, em relação às intensidades e frequências com que essas relações dão-se na cadeia. Assim, o problema desta pesquisa é: Qual a viabilidade econômica dos agricultores familiares que exploram a cultura da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Semi-Árido nordestino?

No sentido de se estimar os impactos sobre a agricultura familiar na estruturação da cadeia do biodiesel, tendo a mamona como fonte de matéria-prima, no Semi-Árido nordestino, é necessária a realização de estudos prospectivos da cadeia produtiva do biodiesel a partir da teoria sistêmica, há indicativos de que as relações existentes nesta cadeia produtiva apresentem um razoável grau de complexidade, o que revela a indicação da abordagem teórica do pensamento sistêmico.

Os cenários que poderão advir da aplicação da análise sistêmica, anteriormente mencionada, terá como base de aplicação modelos de simulação em ambiente

computacional, de maneira que estudos desta magnitude possam avaliar com certa precisão efeitos das diferentes políticas públicas de fomento à cadeia estudada.

Dessa forma, verifica-se que um estudo prospectivo, desta natureza, simulando a viabilidade econômica do pequeno agricultor familiar, é significativo na percepção dos reais benefícios trazidos pela introdução de uma nova atividade produtiva, fruto de políticas públicas de amplo espectro, como às relacionadas aos incentivos à produção do biodiesel no Semi-Árido.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica dos agricultores familiares que exploram a cultura da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Semi-Árido nordestino.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Construir um modelo da cadeia produtiva do biodiesel, incluindo as interações com um indicador de viabilidade econômica dos agricultores familiares produtores de mamona;
- Estimar os impactos das principais variáveis de cenário na viabilidade econômica dos agricultores familiares produtores de mamona para uso na produção do biodiesel.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cadeia produtiva

Na cadeia produtiva representa-se esquematicamente a seqüência das transformações dos recursos em bens e serviços nela inseridos. Farina e Zylbersztajn (1992) advogam que a cadeia produtiva é à sucessão de estágios de transformação por onde passa a matéria-prima, constituindo-se num espaço unificado de geração e apropriação do lucro e da acumulação. As cadeias produtivas referem-se a operações organizadas de forma vertical e percorridas pelo produto desde sua produção até sua distribuição, e podem ser coordenadas via mercado ou através da intervenção dos diferentes agentes que participam da cadeia. Esses agentes contribuem ou interferem de alguma maneira no produto final. Batalha e Silva (2001) referem-se a estes agentes como sendo os fatores políticos, econômicos e financeiros, tecnológicos, socioculturais e legais ou jurídicos. A organização da cadeia se faz por meio dos seus componentes e, parcialmente, pelas relações formais e informais desenvolvidas por eles. Para Batalha e Silva (2001) uma cadeia de produção pode ser segmentada, de jusante (início da cadeia) a montante (final da cadeia).

Segundo Slack *et al* (2002), nenhuma operação produtiva existe isoladamente, ou seja, todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectada com outras operações, incluindo fornecedores e clientes. O entendimento do esquema da cadeia produtiva incorpora sua importância no fato de que as empresas não podem mais criar competências individuais que possam sobreviver por longos períodos, sendo necessário se criar vantagens em relacionamento com os vários elos da cadeia produtiva a fim de se fortalecer todo o sistema.

As cadeias produtivas ocorrem com certa regularidade no agronegócio e de acordo com CASTRO (2002), o conceito de cadeia produtiva originou-se no setor agrícola, a partir da necessidade de ampliação da visão do que ocorre “de dentro da porteira da fazenda” para antes e depois da porteira da fazenda.

O agronegócio compõe-se de cadeias produtivas, e, estas possuem entre seus componentes, os sistemas produtivos que operam em diferentes ecossistemas ou sistemas naturais. Operando como contexto em torno das cadeias produtivas, existe um conglomerado de instituições de apoio, composto de instituições de crédito, pesquisa, assistência técnica, entre outras, além de um aparato legal e normativo exercendo forte

influência no desempenho do agronegócio. Como consequência, a política agrícola busca mobilizar conceitos e instrumentos de intervenção nas cadeias produtivas, como o crédito agrícola, a pesquisa agropecuária, as normas de impostos e taxas, serviços de apoio etc. com o intuito de melhorar o desempenho em relação a algum indicador específico (DE CASTRO, 2000).

O conceito de cadeia produtiva, também pode ser definido, como um conjunto de componentes interativos, incluindo os sistemas produtivos, fornecedores de insumos e serviços, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além de consumidores finais. A simetria desejada entre os agentes pertencentes a uma cadeia produtiva não é facilmente obtida no mundo capitalista, sendo comum cada lado objetivar resultados particulares durante os processos de ajustes de interesses, necessitando-se da intermediação do Estado para proporcionar equilíbrio (DA SILVA, 2005).

“É o encadeamento de atividades econômicas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos, incluindo desde as matérias-primas, máquinas e equipamentos, produtos intermediários até os finais, sua distribuição e comercialização. Resulta de e implica em crescente divisão e de trabalho, na qual cada agente ou conjunto de agentes especializa-se em etapas distintas do processo produtivo. Uma cadeia produtiva pode ser de âmbito local, regional, nacional ou mundial” (LASTRES e CASSIOLATO, p. 08, 2003).

Pode-se definir de uma forma mais simples, que cadeia produtiva agrícola é um conjunto de elementos que interagem em um processo produtivo para oferta de produtos ou serviços ao mercado consumidor de produtos de origem vegetal, podendo ser visualizada como a ligação e inter-relação de vários elementos segundo uma lógica para ofertar ao mercado *commodities* agrícolas in natura ou processadas, um exemplo da representação gráfica de uma cadeia produtiva típica pode ser observada na figura 1.

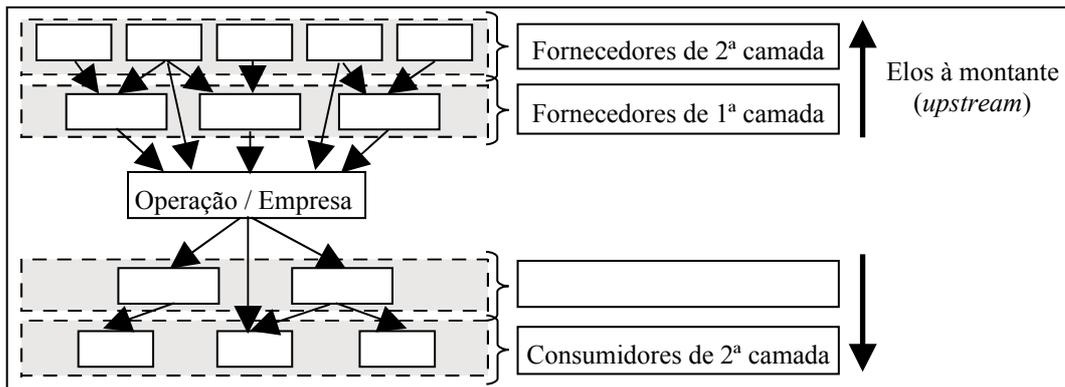


Figura 1 – Representação de uma cadeia produtiva.

Fonte: CASTRO (2002).

Os atores de um Sistema de Cadeia Produtiva estão sujeitos as influências de dois ambientes: institucional e organizacional (Figura 2). O ambiente institucional refere-se aos conjuntos de leis ambientais, trabalhistas, tributárias, e comerciais, bem como, as normas e padrões de comercialização. Portanto, são instrumentos que regulam as transações comerciais e trabalhistas. O ambiente organizacional é estruturado por entidades na área de influência da cadeia produtiva, tais como: agências de fiscalização ambiental, agências de créditos, universidades, centros de pesquisas e agências credenciadoras (DA SILVA, 2005).

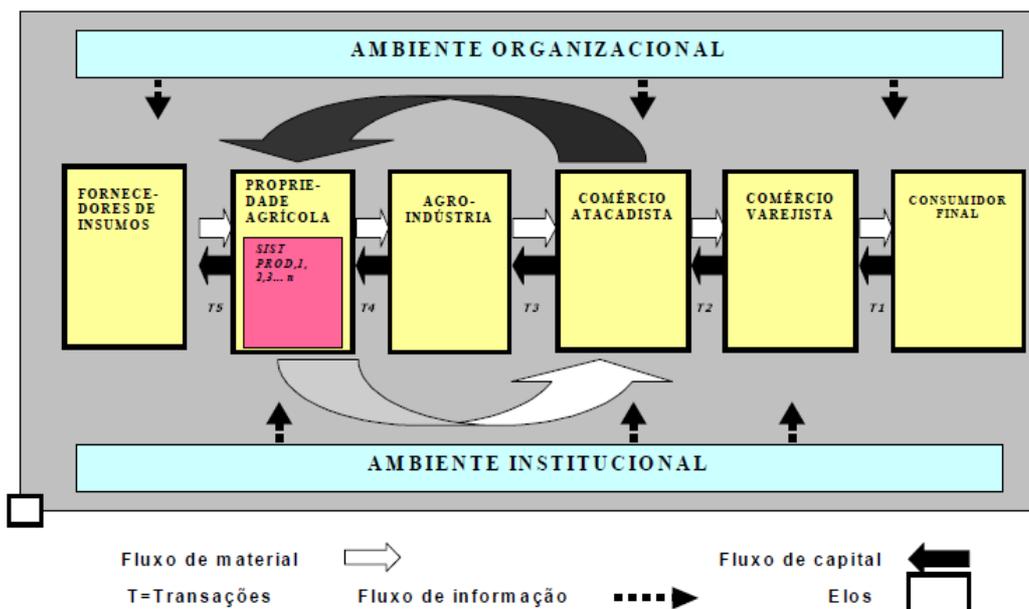


Figura 2 – Modelo Geral de uma Cadeia Produtiva

Fonte: DE CASTRO, LIMA e CRISTO, (2002).

O entendimento do conceito de cadeia produtiva possibilita a visualização da cadeia de forma integral, viabilizando a compreensão de sua dinâmica, principalmente em relação aos impactos decorrentes de ações internas e externas e no sentido de revelar possíveis debilidades e potenciais de desenvolvimento, podendo motivar, a partir destas análises, o estabelecimento de cooperações e alianças estratégicas.

O conceito de cadeia produtiva é fundamental para o estabelecimento do agronegócio, pois a partir da compreensão desse conceito será possível um olhar sistêmico a respeito dos seus movimentos funcionais e dinâmicos, pois no agronegócio as relações produtivas geralmente se dão a partir de uma cadeia.

Segundo DA SILVA (2005), para o estudo, análise, planejamento e gerenciamento de cadeias produtivas, é importante o entendimento dos seguintes conceitos: sistema, logística e engenharia de sistemas.

- a) Sistema: é o conjunto de elementos que interagem segundo uma lógica para o alcance de uma ou mais metas.
- b) Logística: é o conjunto de métodos de controle, contábil, tributário, financeiro, e operacional dos fluxos de matérias primas e produtos acabados desde os pontos de fornecimento até os pontos de consumidores.
- c) Engenharia de sistemas: é arte de planejar, implementar, operacionalizar e gerenciar sistemas produtivos de forma otimizada considerando fatores de ordem operacional, econômica e ambiental.

Assim, levando em conta o entendimento dos elementos presentes numa cadeia produtiva e suas interações dinâmicas e sistêmicas, pode-se projetar impactos dos agentes que a compõem. Tal análise ajuda na projeção desses impactos e no controle dos fluxos dos processos entre os agentes que fazem parte da cadeia.

Segundo Da Silva e Batalha (1999), para que um agente pertencente a uma cadeia produtiva, alcance níveis de controle de processos a custos otimizados e que propiciem a oferta de produtos competitivos, será necessário o aprimoramento da relação dos elementos da cadeia de tal forma que: possibilite maior cooperação entre os seguimentos da cadeia; potencialize e aperfeiçoe a produção; reduza os riscos individuais dos agentes da cadeia; repasse aos parceiros tecnologias para aprimorar os

processos produtivos. Esta postura trás uma mudança do paradigma de competição entre os elementos e segmentos da cadeia.

A partir de uma insatisfação com o enfoque reducionista para a compreensão a cerca do funcionamento das cadeias produtivas foi que nasceu a motivação pelo enfoque sistêmico para analisá-las. Pois o reducionismo não é suficiente para explicar todos os fenômenos, notadamente àqueles que envolvem a ação concomitante de mais de uma causa, que são explicáveis pela atuação conjunta de variáveis. A existência de interações entre múltiplos fatores causais tem sido uma das dificuldades enfrentadas pela escola reducionista na busca do conhecimento dos fenômenos. Tal situação impede que determinados fenômenos mais abrangentes, como os que envolvem conhecimentos interativos de ciências humanas, biológicas e exatas, possam ser compreendidos na sua plenitude. Decorrente dessa insatisfação reducionista buscou-se respostas para o resultado das interações ocorridas entre esses múltiplos fatores causais, que foi o enfoque sistêmico (CASTRO, 2002).

Segundo Castro (2002), a partir da teoria dos sistemas, houve a conscientização da importância do todo e das influências múltiplas entre as partes interativas, isto é, o produto dessas partes deve estar atrelado ao estudo e a compreensão dos relacionamentos existentes entre essas partes e qual o impacto no funcionamento do todo.

Para explicação do funcionamento de um sistema, costuma-se utilizar modelos, que é a sua representação em outra entidade. Os modelos são bastante úteis na representação de sistemas de uma forma simplificada. A complexidade dos sistemas simplificada nos modelos que os representam, facilitam o entendimento do seu funcionamento.

Embora possam ser elaborados modelos sem a concepção sistêmica, os modelos de sistemas são os mais efetivos, por aumentar a compreensão dos fenômenos (DE CASTRO, 2000). O conceito de sistema, limite, hierarquia e modelo, podem oferecer oportunidades de aplicação, como base conceitual, para os estudos prospectivos. O conceito de cadeia produtiva é uma derivação dessa base conceitual.

O conceito de cadeia produtiva, definido anteriormente, originou-se a partir da produção agropecuária e florestal, aplicado tanto ao agronegócio, como para a indústria em geral (CASTRO, LIMA e CRISTO, 2002). De acordo com Castro, Lima e Hoeflich (2000), a cadeia produtiva de um agronegócio é composta por subsistemas produtivos, ou seja, por diversos sistemas produtivos agropecuários.

Dessa forma, a incorporação da metodologia dos processos produtivos como ferramenta de aplicação poderá favorecer um grande número de profissionais e instituições. Assim, a incorporação da metodologia dos processos produtivos acarretará o surgimento de alternativas para apreciação de diferentes dimensões de desempenho das cadeias produtivas individualmente consideradas, auxiliando na análise da eficiência, qualidade, competitividade, sustentabilidade e equidade, com capacidade para abranger campos sociais, econômicos, biológicos e tecnológicos, ampliando suas aplicações na prospecção tecnológica e não tecnológica (DE CASTRO, 2000).

Uma análise prospectiva e sistemática de uma cadeia produtiva pode oferecer, entre outros, os seguintes produtos:

- Identificação de fatores críticos de competitividade e sustentabilidade ambiental, em relação a cadeias produtivas competidoras, principalmente em relação aos elos agrícola e agroindustrial;
- Oferta de subsídios à elaboração de políticas públicas de melhoria de competitividade das cadeias envolvidas;
- Oferecer aos integrantes da cadeia estudada, subsídios para o aprimoramento da coordenação e da competitividade da mesma;
- Busca por novas oportunidades para melhoria da competitividade da cadeia.

Os estudos e aplicações das cadeias produtivas são os mais diversos possíveis, assim como, são diversas as vantagens quando aplicadas como propulsoras da interdependência existente entre seus elos. O crescimento e o desenvolvimento dos setores da economia demandam pelo fortalecimento da interdependência existente entre os elos formadores da cadeia.

2.2. O Biodiesel

A produção de biodiesel ainda é muito recente no Brasil e as orquestrações a respeito da sistematização da cadeia, somente agora começam a se intensificar, pode-se perceber que as estimativas sinalizam para uma expansão. Segundo GUIMARÃES

(2008) a cadeia produtiva do biodiesel (CP/BD) é constituída pelos agentes participantes do processo e por suas relações.

O biodiesel é caracterizado como uma fonte de energia oriunda da biomassa, e por só agora começar a ter uma produção em larga escala, a caracterização da sua cadeia produtiva, é uma primeira visão dos componentes logísticos de cada etapa, tais como: produção agrícola da oleaginosa, produção agroindustrial do óleo da oleaginosa e produção industrial do biodiesel e da glicerina (MENDES, 2005), a produção desta importante alternativa energética é, no caso brasileiro, fomentado por um programa específico do Governo Federal.

Assim, o programa do Governo - PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel)- teve seu lançamento oficial do aconteceu em 06 de dezembro de 2004, juntamente com o marco regulatório, que estabelece as condições legais para a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira de combustíveis líquidos, de forma sustentável (BRASIL, 2008).

O PNPB visa integrar os agricultores familiares¹ ao fornecimento de matéria-prima para a produção de biodiesel contribuindo para a equidade social a partir da geração de renda. Para que isso fosse possível, foi criado o selo combustível social, concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) aos produtores de biodiesel que promovam a inclusão social e o desenvolvimento regional, por meio da geração de emprego para os agricultores enquadrados nos critérios do PRONAF (Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar).

O PNPB permite a utilização de diversas oleaginosas cultivadas no País, cujo óleo vegetal, obtido por esmagamento, pode ser processado segundo diferentes rotas tecnológicas (craqueamento, transesterificação etílica ou metílica). Esta flexibilidade possibilita a participação do agronegócio e da agricultura familiar e o melhor aproveitamento do solo disponível para a agricultura no país.

Além do PNPB o Governo Federal criou em 2003, a Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel (RBTB), formada por entidades de pesquisas localizadas em 23 estados da Federação, para dar suporte em assistência técnica.

O PNPB busca organizar a cadeia produtiva, definir as linhas de financiamento, estruturar a base tecnológica e a questão regulatória desse novo combustível. A Presidência da República instituiu, por meio do decreto de 02 de julho de 2003, o Grupo

¹ Fica definido como agricultor familiar o beneficiário do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Nessa modalidade, a maior parte do trabalho efetuado na unidade de produção é proveniente de membros da família.

de Trabalho Interministerial (GTI) encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização do biodiesel em toda a matriz energética abrangida pelo diesel mineral. A forma de implantação do PNPB foi através do Decreto de 02 de julho de 2003. A estrutura gestora do Programa ficou definida como a Comissão Executiva Interministerial (CEIB), com o Grupo Gestor a cargo da execução.

O selo social garante aos usineiros benefícios tributários, facilidade de acesso às melhores condições de financiamento e o direito de participar dos leilões de biodiesel, em troca do fornecimento de capacitação e assistência técnica aos agricultores familiares (BIODIESELBR, 2008). Dentre os critérios para obtenção e manutenção do Selo, está a obrigatoriedade de compra de percentuais mínimos de matérias-primas de agricultores familiares por região: 10% para a Região Norte e Centro-Oeste; 30% para as Regiões Sul e Sudeste; e de 50% no Nordeste e no Semi-Árido.

As empresas vencedoras dos leilões encontram-se em todas as regiões do país, de forma que existe uma boa disposição regional para produção de biodiesel (Figura 3).

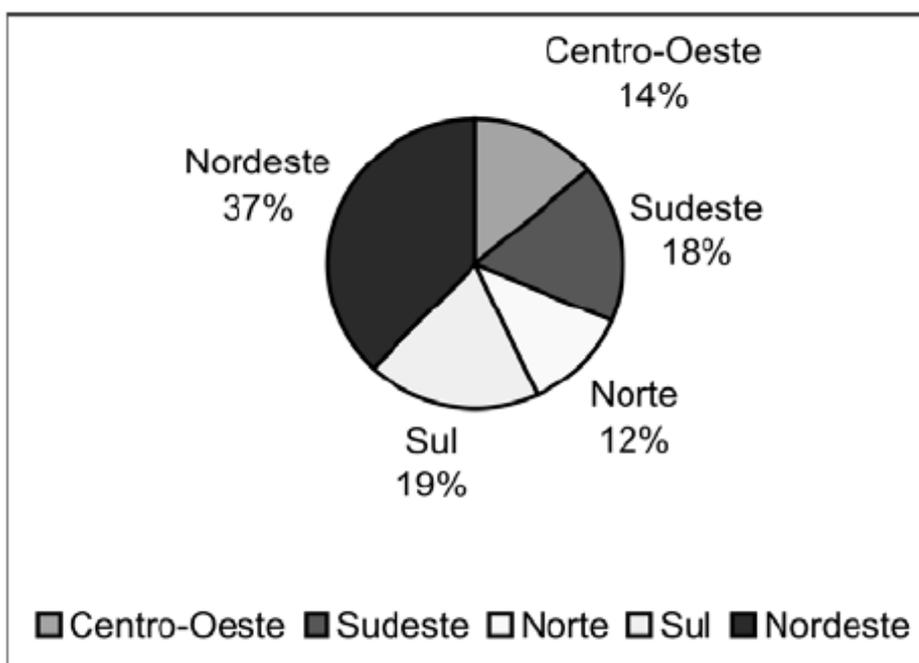


Figura 3 - Produção de biodiesel por região até o fim de 2007.

Fonte: Campos e Carmelio (2006).

Por meio do Selo Combustível Social, o produtor de biodiesel tem os seguintes benefícios:

- Acesso a alíquotas de PIS/PASEP e COFINS com coeficientes de redução diferenciados (Quadro 1);
- Acesso às melhores condições de financiamento junto ao BNDES e suas Instituições Financeiras Credenciadas, ao BASA, ao BNB, ao Banco do Brasil S/A ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com selo combustível social;
- Possibilidade de participar dos leilões de biodiesel.

Quadro 1 - Alíquotas de PIS/PASEP e de COFINS aplicadas ao biodiesel.

	PIS/Pasep e Cofins (R\$/Litro de biodiesel)	
	Sem selo combustível social	Com Selo Combustível social
Regiões Norte, Nordeste e semi-árido:		
Mamona e palma	R\$ 0,15	R\$ 0,00
Outras matérias-primas	R\$ 0,218	R\$ 0,07
Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul:		
Qualquer matéria-prima, inclusive mamona e palma	R\$ 0,218	R\$ 0,07

Fonte: Campos e Carmelio (2006).

“O modelo tributário aplicado ao biodiesel ratifica os princípios orientadores básicos do PNPB (desde a sua criação com o GTI) de aliar a introdução de uma matriz energética renovável no país ao problema da desigualdade social em relação ao pequeno produtor rural. A intervenção governamental, nesse caso, incide como organizador do mercado e na criação de incentivos disponibilizados aos agricultores, fugindo da ótica mais clássica das políticas públicas de aplicação de subsídios diretos por produtos” (ABRAMOVAY e MAGALHÃES, 2007, pg. 2).

O produtor de biodiesel com Selo Social tem as seguintes obrigações:

- Adquirir de agricultor familiar matéria-prima para a produção de biodiesel em uma quantidade mínima definida pelo MDA;
- Celebrar contratos com os agricultores familiares, negociados com a participação de uma representação dos agricultores familiares, especificando as condições comerciais que garantam renda e prazos compatíveis com a atividade;
- Assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

Quadro 2 – Quadro Comparativo entre o Modelo Tributário do Diesel e do Biodiesel

Tributos Federais	Agricultura Familiar, Norte, Nordeste e Semiárido com Mamona e Palma	Agricultura Familiar de Forma Geral	Norte, Nordeste e Semiárido com Mamona e Palma	Regra Geral (demais regiões, formas de agricultura e matéria-prima)	Diesel Mineral
IPi	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO
CIDE	INEXISTE	INEXISTE	INEXISTE	INEXISTE	R\$ 0,07
PIS/PASEP e CONFINS	Redução de até 100%	Redução de até 68%	Redução de até 31%	R\$ 0,22 (sempre inferior ou igual a do diesel mineral)	R\$ 0,148
TOTAL (por litro)	R\$ 0,00	R\$ 0,07	R\$ 0,151	R\$ 0,218	R\$ 0,218

Fonte: Accanin, 2006, p. 54 e Prates, Pierobon e Costa, 2007, p. 53.

Com mais de quatro anos de existência do PNPB, a soja continua sendo a matéria-prima de quase todo o biodiesel produzido no Brasil, o que está em desacordo com a perspectiva social, pois a produção de soja utiliza-se em pequena escala da agricultura familiar como mão-de-obra.

É sabido que a participação dos agricultores familiares no mercado de biodiesel é incipiente, o que é corroborado pelo fato de quase todo o biodiesel produzido no Brasil ser proveniente da soja, cuja cultura não se utiliza da agricultura familiar na sua essencialidade, como também pelo motivo da não obrigatoriedade, para com o usineiro, na aquisição do selo social, de que toda a matéria-prima adquirida seja oriunda da agricultura familiar.

As usinas que não possuem o selo social, sendo a maioria no mercado brasileiro, utilizam matérias-primas não provenientes da agricultura familiar, seja pela dificuldade de contratarem agricultores familiares, seja pelo menor custo destas matérias-primas e acabam revendendo o biodiesel produzido para as usinas que possuem o selo, as quais estão aptas a participar dos leilões.

Existem algumas matérias-primas utilizadas no processo de fabricação do biodiesel que não são contempladas com o selo social, tais como: o sebo bovino e os óleos residuais, com preço mais acessível no mercado, mas que não garantem isenções tributárias aos usineiros.

Para que o biodiesel possa ser um combustível sócio-ecológico, ou seja, que não prejudique o meio ambiente, e um vetor de inclusão social, faz-se necessário desvincular o PNPB de oleaginosas cujas técnicas de cultivos não incluam o pequeno produtor rural e tenham cotações atreladas ao mercado internacional. Nesse sentido, destaca-se a importância das instituições públicas de pesquisa e o papel da extensão rural para fomentar tecnologias e o uso de espécies nativas que possam ser aproveitadas pela agroenergia.

Além das instituições públicas, a iniciativa privada tem se destacado no assunto biodiesel. Com o avanço tecnológico relacionado ao processo de produção do biodiesel, várias publicações de caráter científico e a maciça cobertura da imprensa, aguçaram ainda mais a atenção das lideranças políticas, demonstrando inclusive preocupação a respeito da legislação sobre o tema.

Segundo Mendes (2005), no ambiente externo da CP/BD destacam-se diversas organizações, cabendo ressaltar: Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), Ministério das Minas e Energias (MME), Ministério do Desenvolvimento Industrial e Comércio Exterior (MDIC), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), Petrobras (Usinas, Rede Gás

& Energia, CENPES), Universidades, Prefeituras Municipais, EMBRAPA Algodão, Delegacia Federal da Agricultura – DFA/MAPA, Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Produtores Rurais, dentre outros.

De acordo com Holanda (2004), a utilização do biodiesel como matriz energética acarreta muitas vantagens, tais como: desenvolvimento regional, economia de divisas, benefícios ecológicos, diversificação da matriz energética, vantagens macroeconômicas e vantagens financeiras.

Em relação a essas vantagens da utilização do biodiesel como matriz energética podemos destacar a possibilidade de incorporação de novas áreas à agricultura de energia sem competir com a agricultura de alimentos e com impactos ambientais limitados ao socialmente aceito. Uma segunda vantagem comparativa decorre da possibilidade de múltiplos cultivos no ano em relação às nossas culturas, pois são períodos razoáveis com riscos razoáveis de pluviosidade para as culturas principais, como mamona ou girassol, o que viabiliza a agricultura de energia com custos fixos parcialmente amortizados.

Outra vantagem advém da extensão e da localização geográfica do Brasil, cuja maior parte situa-se nas faixas tropical e subtropical. Por isso, o nosso território recebe intensa radiação solar, fonte da bioenergia. Também possui exuberante biodiversidade, o que permite várias opções de plantio de outras culturas associadas à agricultura de energia, selecionando-se as mais convenientes.

No tocante ao desenvolvimento regional, uma importante vantagem competitiva, consiste na liderança da geração e da implantação de moderna tecnologia de agricultura tropical, acumulando valioso estoque de conhecimento e vasta experiência em pesquisa, desenvolvimento, inovação e gestão científica.

O uso do biodiesel no Brasil tem um relacionamento com o consumo de diesel no Brasil e que pode ser dividido em três grandes setores: o de transportes, o agropecuário e o de transformação, que emprega o produto na geração de energia elétrica. Dentre estes setores supracitados o que tem maior representatividade é o de transportes, correspondendo a 75% do consumo total. Pesquisas realizadas em motores movidos a diesel evidenciaram que misturas até 5% de biodiesel funcionam perfeitamente, não afetando a eficiência e a durabilidade do motor. A Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) reconheceu o resultado das pesquisas e informou que manterá a garantia para os motores abastecidos com a mistura de até 5% (BIODIESELBR, 2008).

Comparado ao óleo diesel derivado do petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduz em 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre. (HOLANDA, 2004).

Ainda no que diz respeito à análise, a respeito das vantagens da introdução do biodiesel na matriz energética nacional, a inserção da agricultura familiar como produtora de oleaginosas, proporcionará maior distribuição de renda na região. Beneficiando a agricultura familiar tão carente de investimentos.

A cultura de oleaginosas para a produção de biodiesel pode se tornar um importante pilar social, funcionando como instrumento de geração de renda na região Nordeste. Estimativas do Grupo de Trabalho Interministerial (GTI, 2003) indicam que a Região concentra cerca de 4,0 milhões de hectares apropriados para o cultivo de oleaginosas como a mamona. O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) ressalta que, para cada real investido na agricultura familiar, é possível gerar um acréscimo de renda de R\$ 2,24 (GTI, 2003).

“A produção do biodiesel no Nordeste brasileiro se reveste de uma esperança de vida melhor para incontáveis agricultores do semi-árido nordestino. Um dos maiores problemas da região do semi-árido no Nordeste brasileiro é que o homem não se fixa no campo, pela falta de geração de renda por meio de oportunidades de trabalho. A dimensão maior do problema é a migração para as regiões metropolitanas das capitais e das maiores cidades dos Estados” (DÁLIA, p. 35, 2006).

O biodiesel tem uma enorme propensão para tornar-se uma inovação sustentável para a sociedade brasileira, gerando efeitos positivos em vários segmentos econômicos, sociais e ambientais, pois nossas condições edafoclimáticas permitem a produção de uma ampla gama de oleaginosas, o que não ocorre com outros países produtores (SANTOS, RATHMANN e PADULA, 2006).

Ainda em relação ao foco social, o Governo Federal, através do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), está distribuindo o “selo combustível social” para o produtor de biodiesel que utiliza um percentual mínimo de matéria prima produzida pela agricultura familiar e que cumpre com critérios de inclusão social ditados pelo governo.

Devido ao fato de termos uma grande variedade de possibilidades de utilização de oleaginosas, o nosso maior desafio é escolher a oleaginosa mais adequada à região, para assim explorar ao máximo as potencialidades regionais.

Existem algumas oleaginosas que ainda dependem de maiores estudos e do desenvolvimento de melhores tecnologias de produção e de industrialização. Porém, outras estão prontas para serem exploradas, apenas à espera de projetos que invistam na sua expansão.

O álcool e os óleos vegetais compõem as principais fontes existentes para obtenção de biocombustíveis. No caso dos países da União Européia (UE) a expansão da produção de oleaginosas pode ficar comprometida, devido ao pequeno território dos países que compõem esse continente, terminando por comprometer a produção de alimentos. Essa situação parece insolúvel, tanto para a maioria dos países desenvolvidos, como para grande parte dos demais países (PERES; BELTRÃO, 2006), mas no caso do Brasil os hectares necessários para a produção do biodiesel não comprometem em nada a produção de alimentos (PAULILLO *et al*, 2007).

Devido à existência de muitas alternativas de oleaginosas, matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, como também, por sermos um país de dimensões continentais, com solos, climas e regime pluviométrico bastante diversificado, seria agronomicamente imprudente definir uma única oleaginosa para o Brasil inteiro (CHIARANDA, ANDRADE JÚNIOR e OLIVEIRA, 2005).

É sabido que muitos especialistas defendem que para a indústria automotiva conceder garantia de bom funcionamento e durabilidade aos motores movidos a biodiesel, deveríamos utilizar um único tipo de matéria-prima, com padrão nacional e isto só seria viável, utilizando-se uma única oleaginosa (VEDANA, 2008). Diante da situação exposta, a vantagem competitiva em relação à diversificação de possibilidades de produção de matérias-primas utilizáveis na produção de biodiesel, cairia por terra.

No entanto, não podemos deixar de considerar as revoluções tecnológicas e industriais de motores e periféricos que vêm acontecendo com muita rapidez nos últimos tempos. Como exemplo, podemos citar o motor bicombustível. E para um futuro próximo, motores ciclo diesel adaptados para biodiesel proveniente de diferentes oleaginosas.

Atualmente quase todo o biodiesel produzido no país, cerca de 78%, é proveniente do óleo de soja. Para uma mistura entre B2 e B10 poderíamos utilizar somente a soja, mesmo sabendo que o seu percentual energético é baixo quando

comparado com outras oleaginosas, como também, que a sua utilização desvia o seu foco principal, que é a cadeia alimentar.

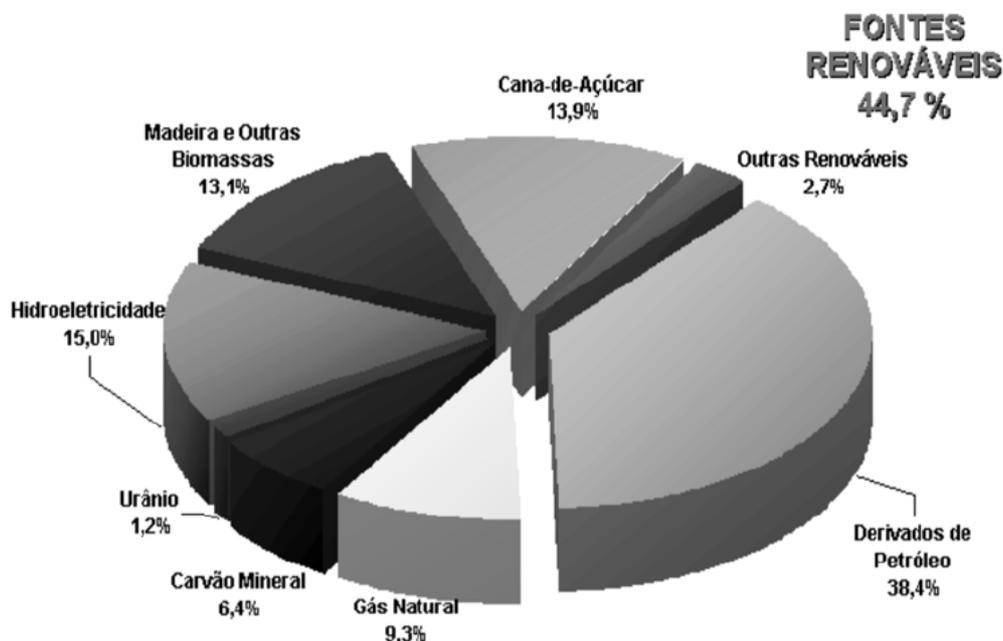


Gráfico 1. Matriz Energética Brasileira – 2005.

Fonte: Ministério de Minas e Energia.

A utilização do óleo de soja como matéria-prima para a produção de biodiesel com percentuais de mistura acima de 10%, incidiria o Brasil no mesmo problema da monocultura, tão contestado economicamente, além de subutilizar nossas imensas áreas agrícolas, pois a cultura da soja é imprópria para certas regiões do país. O mais prudente a ser feito para os próximos 20 anos, seria produzir todas as oleaginosas que tenham rendimentos, respeitando a vocação agrícola de cada região, e até lá seguramente nossos engenheiros terão desenvolvido motores que atendam a esta miscelânea de especificações de biodiesel (VEDANA, 2008).

O balanço das matérias-primas utilizadas na fabricação de biodiesel no país, divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), mostra a distância que esse mercado ainda precisa percorrer para diminuir a forte dependência do uso do óleo de soja. A indústria tem decretado a inviabilidade econômica da cultura para produção de biodiesel, pois o seu rendimento é de apenas 20%, além da alta volatilidade do seu preço no mercado internacional. No entanto, enquanto não houver tecnologia e

incentivos para ampliar o cultivo de outras oleaginosas, o grão continuará figurando no topo da cadeia (BIODIESELBR, 2009).

Com a lei Nº 11.097/05 ficou estabelecida a obrigatoriedade da adição de 5% a partir de 2013, a utilização desse percentual no país demandaria um total de 2 milhões de metros cúbicos de biodiesel, havendo um percentual obrigatório intermediário de 2% em 2008 (esse percentual foi modificado para 3%). Diante dessa obrigatoriedade de percentuais, depara-se com um grande potencial de geração de empregos e rendas. Segundo estudos desenvolvidos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Nacional e Ministério das Cidades, mostram que a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo, com uma renda anual de R\$ 4.900,00 por emprego (HOLANDA, 2004).

2.2.1. Cadeia Produtiva do Biodiesel

A cadeia produtiva do biodiesel envolve inúmeros atores, tais como agricultores, usinas de esmagamento e produtoras de biodiesel, distribuidora, fábricas de rações e adubos, segundo figura 4.

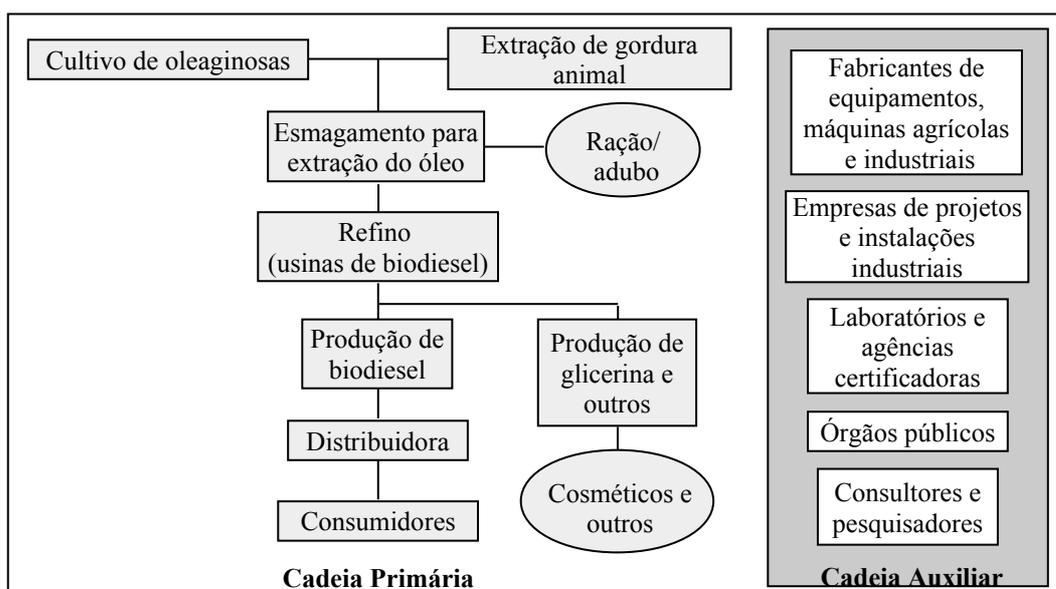


Figura 4 – Cadeia produtiva do biodiesel

Fonte: Saraiva (2007)

Como pode ser observado na figura 6, um elemento necessário à viabilização do biodiesel, além dos subsídios iniciais à implantação da cadeia produtiva, é a destinação aos subprodutos gerados (glicerina, torta etc.) pelo processo químico de obtenção do biodiesel (transesterificação), sobre os quais inexistem estudos mais apurados acerca de fontes de uso alternativo. O processo de transesterificação é utilizado por quase toda a indústria mundial para a obtenção de biodiesel, consistindo numa reação química de um óleo vegetal com um álcool, que pode ser etanol ou metanol, na presença de um catalisador. Como resultado obtém-se o éster metílico ou etílico, conforme o álcool utilizado, a torta e a glicerina (MEIRELLES, 2003), tal processo pode ser observado na figura 4.

Em relação ao aproveitamento destes subprodutos da cadeia bioenergética, podemos citar primeiramente a reutilização do álcool no processo de transesterificação, pois dependendo da tecnologia utilizada, essa reutilização pode chegar a 100%. Outros co-produtos aproveitáveis a partir da utilização desse processo são a glicerina, adubo e ração protéica vegetal. No caso da glicerina, a receita gerada pode reduzir o custo final do biodiesel em 5 a 10 centavos de dólar por litro. A geração do subproduto glicerina, proveniente do método de transesterificação influenciará o mercado, por isto impõe-se o desenvolvimento tecnológico de outro produto que absorva a larga escala da sua produção, como forma de minimizar sua desvalorização.

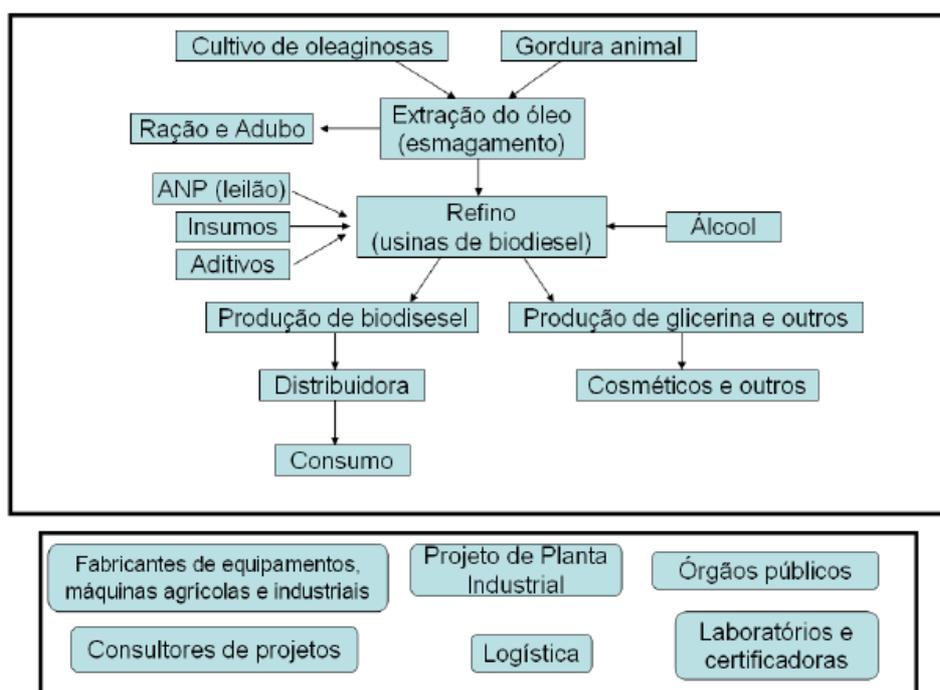


Figura 5 – Cadeia Regionalizada do Biodiesel

Fonte: Do Carmo, Albertin e Pontes (2007).

No mercado internacional, o biodiesel produzido tem sido utilizado em veículos de passeio, frotas cativas, transporte público e geração de eletricidade. Os mecanismos utilizados para garantir sua competitividade e apoiar sua produção são basicamente: tributação específica sobre o diesel de petróleo (Europa), incentivos tributários para a cadeia produtiva (Europa), alterações na legislação de meio ambiente (Europa) e subsídios concedidos aos produtores (Estados Unidos) (MEIRELES, 2003).

A obrigatoriedade da adição de percentuais de biodiesel ao óleo diesel no Brasil acarretará uma necessidade fixa de disponibilidade de oleaginosas para obtenção do biodiesel, ou seja, a cadeia produtiva deverá garantir, de forma constante e relativamente uniforme, o fornecimento de insumos básicos. Devido a esse fato, o governo brasileiro vem proporcionando subsídios agrícolas como caução da produção por parte dos agricultores, minimizando um dos principais fatores de risco do PNPB. Outro ponto merecedor de atenção é quanto à necessidade de inserção no mercado em relação aos subprodutos gerados em larga escala, no processo de fabricação do biodiesel.

O PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) pretende instalar, ao todo, mais 24 refinarias de biodiesel nas regiões, Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Levantamentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) indicam que na safra 04/05, 84 mil hectares foram cultivados com oleaginosas por agricultores familiares para a produção de biodiesel, dos quais 59 mil estão localizados na região Nordeste (PAULILLO *et al.*, 2007).

De acordo com o Ministério das Minas e Energia, cerca de 800 milhões de litros de biodiesel devem ser produzidos no Brasil por ano, o que contribuiria para reduzir as importações de diesel de petróleo, pois cerca de 20% de todo o óleo diesel consumido no país é importado, devido à dificuldade de refino do nosso diesel pela tecnologia nacional. Para o MAPA, a área plantada para atender ao percentual de mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo (cerca de 760 milhões de litros/ano) é estimada em 1,5 milhões de hectares, o que equivale a 1% dos 150 milhões de hectares plantados e disponíveis para a agricultura no Brasil.

Segundo Paulillo *et al* (2007), cada estado e região do Brasil estão sendo avaliados pelo MAPA, em relação ao desenvolvimento de cadeias produtivas de diferentes óleos vegetais. Para a região Norte: dendê, babaçu, soja e gordura animal; para o Nordeste: babaçu, soja, mamona, dendê, algodão, coco, gordura animal e óleo de peixe; para o Sul: soja, colza, girassol, algodão, gordura animal e óleos de peixes; e, para o Sudeste: soja, mamona, algodão, girassol, gordura animal e óleos de peixes.

Entre os anos de 2007 e 2008, a indústria de biodiesel deu um grande salto em capacidade instalada, saindo da casa dos 100 milhões de litros. Hoje são 62 usinas autorizadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) a comercializar biodiesel, mas o mercado é bem maior que isso. Atualmente 29 usinas desfrutam dos benefícios fiscais do Selo Combustível Social e 48 possuem autorização da Receita Federal para operar.

A indústria do biodiesel segue com boas perspectivas de crescimento, o mercado por possuir hoje uma demanda interna fixa de 1,5 bilhões de litros por ano com a mistura obrigatória de 3%, e já com perspectiva de aumento para 4% ainda em 2009, tende a um maior crescimento, no entanto ainda existe uma grande capacidade ociosa (BIODIESELBR, 2009).

Outro aspecto positivo em relação à sedimentação da cadeia produtiva do biodiesel na conjuntura econômica nacional, diz respeito aos benefícios ambientais. Entre as vantagens ambientais trazidas pelo biodiesel, a redução da emissão de gases poluentes figura como a mais importante (MEIRELLES, 2003).

Os benefícios ambientais podem também gerar vantagens econômicas. O Brasil está enquadrando o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), já que existe a possibilidade de venda de cotas de carbono através do Fundo de Protótipo de Carbono (PCF), pela diminuição das emissões de gases poluentes, como também, pelos créditos de “seqüestro de carbono”, através do Fundo Bio Carbono (CBF), administrados pelo Banco Mundial (MEIRELLES, 2003).

O ganho decorrente da redução da emissão de CO₂, por queimar um combustível mais limpo, pode ser estimado em cerca de 2,5 toneladas de CO₂ por tonelada de biodiesel. No mercado europeu, os créditos de carbono são negociados por volta de US\$ 9,25 por tonelada. Portanto, 348 mil toneladas do biodiesel de mamona geram uma economia de 870 mil toneladas de CO₂, podendo ser comercializada por US\$ 8 milhões (BIODIESELBR, 2008), ver quadro 3.

Dentro do processo de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) estão previstas regras simplificadas para os projetos de pequenas escalas. Para o MAPA são considerados projetos de pequena escala, aqueles com capacidades instaladas de até 15 mega-watts. Assim, é possível que vários projetos pequenos sejam apresentados ao conselho executivo internacional como um projeto só, para diminuir os custos de transação dos pequenos projetos. As reduções de emissões provenientes de projetos de pequena escala podem representar mais um incentivo positivo para o fluxo de caixa dos projetos de biodiesel (REVISTA BIODIESELBR, 2009).

Quadro 3. Redução das emissões de gases com o biodiesel

Tipo de emissão	B 100
Emissões de hidrocarbonetos	- 37%
CO ₂	- 78,45%
Material particulado	- 32%
SO _x	- 100%

Fonte: GTI-RELATÓRIO FINAL-ANEXOII, 2003.

Como nicho de mercado para o biodiesel, tem-se o uso dos créditos para a indústria do petróleo, pois no caso de ocorrência de derrames de petróleo, assim como na remoção de borras e parafinas em oleodutos, esses créditos são muito bem vindos (REVISTA BIODIESELBR, 2009).

Outra vantagem econômica em relação ao biodiesel, diz respeito à possibilidade de redução das importações de petróleo para a produção de diesel e do próprio diesel refinado. Dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) assinalam na direção de que a adição de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo gera um mercado interno potencial nos próximos anos de cerca de 800 milhões de litros/ano para o novo combustível. Assim, o Brasil terá uma economia no montante de US\$ 160 milhões/ano com importações de petróleo. Para o uso da mistura com 5% de biodiesel, essa economia anual poderá alcançar cerca de US\$ 400 milhões (EMBRAPA, 2007).

Em 2003, os gastos com importação somente de diesel representaram 37,2% das despesas totais com importação de combustíveis, isto é, 792 milhões de dólares, *free on board* (FOB). Esse valor, em 2004, representou pouco mais de US\$ 826 milhões, um

acréscimo de 4,4% em relação ao ano anterior. A quantidade de barris, no entanto, decresceu 29,4%. A cotação internacional do petróleo contribui para aumentar tais gastos, devido o aumento dos preços da *commodity*. Apesar da diminuição da quantidade de barris importados, em resposta ao aumento da capacidade produtiva da Petrobras, o consumo para os próximos anos ainda deve ser elevado (BIODIESELBR, 2008).

De acordo com HOLANDA (2004), embasado por estudos feitos pelos Ministérios: do Desenvolvimento Agrário, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Integração Nacional e das Cidades, a utilização da agricultura familiar para a produção de biodiesel, acarreta o crescimento não só do município mais próximo, como também das cidades de entorno, pelo aumento das ocupações laborais derivadas do crescimento econômico procedente do campo.

Segundo a International Energy Agency (IEA), o preço final do biodiesel pode sofrer grandes variações. Em relação ao custo final do biodiesel, pode haver 25% de variações, enquanto que o preço da matéria prima pode variar em até 50%. Há muita controvérsia a respeito do preço final efetivo do biodiesel para o consumidor. A diferença entre as matérias-primas utilizadas na produção, assim como a escala da planta de transesterificação e a incidência tributária no produto, podem resultar em grandes distinções de custo. Essas distinções podem inclusive gerar resultados contraditórios na comparação com o preço do diesel mineral, tornando a análise do setor muito difícil.

O custo de produção envolve custos com matéria-prima (óleo vegetal e álcool), catalisador, mão-de-obra, energia, custos administrativos e financeiros (custos de capital), além da margem de lucro do produtor. Para facilitar o entendimento do custo total do biodiesel, pode-se separar a etapa agrícola, composta pela plantação e esmagamento, da etapa industrial. Deduzindo o custo da etapa agrícola do custo de produção, obtêm-se dois custos distintos: o custo do óleo e o custo de conversão. Já o custo de distribuição envolve custos de pós-produção, tais como transporte, mistura com óleo diesel, estocagem e revenda. A tributação pode-se tornar definitiva para a implementação da cadeia, como principal mecanismo de atratividade, capaz de tornar o custo final do biodiesel inferior ao do diesel mineral.

Na Europa e nos Estados Unidos o custo do biodiesel é hoje uma e meia a três vezes maior do que o diesel mineral, no Brasil estes custos não são tão diferentes, Contudo, não há previsão de reduções importantes aqui no Brasil, desse custo no futuro.

Assim, a implantação da cadeia do biodiesel pode ser justificada por externalidades positivas como o meio ambiente, geração de emprego, segurança e balanço de pagamentos.

Os custos do biodiesel no Brasil seriam mais elevados se não fosse, a possível alternativa da mamona ou de outras oleaginosas, de baixo custo de produção. Contudo, é necessário conhecer de modo mais detalhado os custos atuais e os esperados para o futuro. Além de valorizar externalidades positivas importantes como a geração de empregos e renda, é importante dimensionar os níveis de subsídios necessários para alavancar inicialmente a produção, decidir sobre a adequação, ou considerar alternativas.

Embora no Brasil as matérias-primas da mamona e do dendê apresentem custos de produção próximos dos custos do diesel mineral, os respectivos custos de oportunidade para a sua exploração, exigiriam um subsídio elevado para o uso do biodiesel como combustível. Na atual conjuntura, o biodiesel ainda não é competitivo internacionalmente em relação ao óleo diesel. A principal recomendação para a meta de um mercado sustentável de longo prazo seria a de estabelecer claramente com os produtores, em cada caso, suas expectativas de remuneração pelo biodiesel nos próximos anos. Conseqüentemente, torna-se necessário estimar os valores dos subsídios e avaliá-los de acordo com os objetivos de um programa de biodiesel no Brasil: emprego e renda; divisas; benefícios ambientais, bem como o volume prospectivo de recursos necessários e as prováveis fontes de financiamento.

Segundo FOSTER e MURTA (2004), o Ministério de Minas e Energia entendeu como prudente, não considerar a comercialização direta do biodiesel pelo produtor, mas sim por intermédio de um distribuidor de derivados, que ficaria responsável pela mistura e venda para o revendedor. Esse procedimento visa não provocar mudanças significativas na cadeia de comercialização de combustíveis líquidos instalada no Brasil.

Além disso, a abertura irrestrita da comercialização desse novo combustível, misturado ao diesel, poderia suscitar práticas de adulteração. Certamente haverá um distanciamento em termos de competitividade entre unidades produtoras de biodiesel de grande escala e as pequenas. Tributação, logística de transporte e distribuição são alguns fatores determinantes para essa situação. Dessa forma as pequenas produções devem ter mercado cativo seja para uso veicular, industrial ou para geração de eletricidade (BIODIESELBR, 2008).

Paulillo (2007) afirma que o mercado de biodiesel vem crescendo nos últimos anos em função das preocupações de grupos organizados e dos governos federais com o meio ambiente e com a redução da dependência do petróleo importado. Nos principais países produtores e consumidores de biodiesel a produção é suficiente para atender a demanda interna, fazendo com que o comércio internacional destes produtos ainda seja insignificante.

Os artigos 16 e 17 da lei Nº 11.097/05, em comento, foram vetados, sendo esses dois artigos, justamente os que guardavam referência a criação de linhas de crédito para o cultivo de oleaginosas e para a construção de unidades de produção de biodiesel.

As indefinições do PNPB terminam barrando, o estabelecimento do biodiesel como um produto agroenergético, além de constatar certo grau de conflitos de interesses no âmbito da produção agrícola, pois os incentivos voltados à produção de biodiesel a partir da mamona são conflitantes com os interesses das grandes esmagadoras de soja. Há necessidade de investimentos em P&D para promover o valor energético da mamona (aumentando sua produtividade), evitando a pressão por implantação de tecnologias modernas de produção, de forma a garantir a competitividade do produto e não elevando o preço final do óleo diesel consumido no mercado interno (PAULILLO *et al.*, 2007).

2.3. Cadeia produtiva do biodiesel - mamona

A mamona é de origem tropical, possivelmente da Etiópia, no Leste da África. Ela pode ser considerada a rainha das oleaginosas para a produção do biodiesel, por ser de fácil cultivo, de baixo custo e por ter resistência à seca, sendo a cultura indicada para o Semi-Árido. A mamona é a oleaginosa de maior tradição na cultura regional nordestina. É uma cultura de boa adaptação ao Semi-Árido. A área plantada com mamona hoje no Brasil é calculada em aproximadamente 160 mil hectares. A Bahia é o maior produtor, responsável por 92% da colheita nacional, concentrada fortemente na região de Irecê. No entanto, de acordo com zoneamento agroecológico realizado, há pelo menos 406 municípios do Nordeste considerados aptos para o plantio dessa oleaginosa. Por esses dados, cerca de 4,5 milhões de hectares estariam disponíveis para o cultivo em condições de sequeiro.

As oleaginosas (principalmente a mamona) têm em comum o fato de serem culturas relativamente extensivas, isto é, mesmo conseguindo obter uma boa

produtividade por hectare, a renda obtida pela exploração da sua cultura é considerada baixa, no entanto não necessitam da utilização intensiva de mão-de-obra. Demandam, assim, grandes extensões de terra e pouco trabalho.

O óleo de mamona tem inúmeras aplicações. É um óleo bastante estável em variadas condições de pressão e temperatura. Produz biolubrificantes altamente resistentes, com melhores características do que os derivados do petróleo, podendo os veículos ultrapassar a faixa dos 50.000 km sem troca de óleo. A lubricidade é uma medida do poder de lubrificação de uma substância, sendo uma função de várias de suas propriedades físicas, destacando a viscosidade e a densidade. Tais propriedades exercem grande influência na circulação e injeção do combustível (PARENTE, 2003).

“Portanto, não se pode falar que o biodiesel de mamona é o de pior qualidade, ou que essa matéria-prima é ruim, ou que “empastela o motor”. Apresenta sim característica distinta, em especial devido a maior viscosidade do biodiesel de mamona, mas pode ser perfeitamente enquadrado dentro da especificação de qualidade. Nessa linha de raciocínio, poderíamos lembrar que o biodiesel de soja é um produto muito sujeito à oxidação. Isso nos levaria a ponderar, erroneamente, que a soja não é adequada para produzir esse combustível. Porém, com o devido processamento, atende também à especificação de qualidade requerida” (CAMPOS e CARMELIO, p. 57, 2006).

Na região nordeste do Brasil, a produção de biodiesel de mamona surgiu a pouco tempo como uma promissora alternativa para os pequenos produtores rurais da região. A produção de mamona pela agricultura familiar para o abastecimento de plantas industriais de biodiesel tem sido bastante incentivada pelo governo federal (BIODIESELBR, 2008).

As indústrias de biodiesel voltam, em sua maioria, seu foco para o incentivo aos pequenos agricultores familiares tratem a produção da matéria-prima de forma especializada, mas não deixam de orientá-los, em várias regiões, para a importância da produção consorciada (plantada em fileiras com outra cultura, como o feijão, o milho). É importante ressaltar que nas condições do Semi-Árido, o consorciamento entre a cultura da mamona e alimentos constitui apenas um subsistema agrícola da unidade familiar (ARAÚJO FILHO, 2005). Outra atividade econômica que deve ser explorada para garantir a sustentabilidade das propriedades familiares consiste na criação de

animais. Em paralelo, também se destaca a necessidade de preservação e correção das áreas de mata e dos solos, compondo sistemas agrosilvopastoris (ARAÚJO FILHO, 2005).

A concepção predominante entre os agricultores familiares a respeito da inserção do cultivo da mamona para a produção de biodiesel é de apenas mais um produto na formação da sua renda, e não como sua fonte principal. A consequência direta dessa concepção é a falta de perseguição pelo aumento da produtividade e a falta de preocupação com a escala de produção (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

Essa percepção por parte dos pequenos agricultores familiares origina-se do fato da cultura consorciada adaptar-se com mais facilidade à produção em áreas pequenas, permitindo a variedade da produção e a minimização das possibilidades de perdas, devido às diferentes demandas hídricas de cada um de seus componentes ao longo do ciclo produtivo. O consórcio também propicia uma economia de trabalho, pois as diferentes culturas poderão ser trabalhadas ao mesmo tempo e pela mesma mão-de-obra.

Segundo De Carvalho, Potengy e Kato (2008), a utilização de culturas em paralelo ao cultivo da mamona é necessária, devido ao fato dos agricultores familiares não possuírem condições de recuperarem o solo desgastado, não possuírem acesso às máquinas necessárias para o tratamento da terra, ocasionando baixas produtividades. Quando as limitações iniciais tiverem sido ultrapassadas e atingidas produtividades maiores, a cultura consorciada deixará de ser vantajosa.

Em relação à existência de dúvidas sobre a lucratividade do agricultor familiar na exploração da atividade econômica de cultivo de mamona para produção de biodiesel, devido à necessidade do emprego de máquinas e outros elementos tecnológicos, utilizou-se os argumentos a seguir:

“Mesmo que se trate de um processo complexo (e não automático como muitos pensam), em nossa opinião, os agricultores familiares do Semi-Árido poderão integrar em seus sistemas produtivos as oleaginosas destinadas à produção de biodiesel” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

“A aglomeração de micro e pequenas empresas agrícolas pode dar origem, dentre outros, a efeitos benéficos na geração e na difusão de inovações adequadas, a ganhos de escala (transporte, comercialização, utilização de

máquinas etc.) e à apropriação de competências regionais (qualificação do trabalho, recursos naturais específicos, etc.). Ela requer a existência de relações horizontais de cooperação, reciprocidade e ação coletiva, nesse caso, construídas com base em estratégias autônomas dos pequenos agricultores familiares” (MALUF, 2004).

A inclusão da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel provoca uma necessidade de adaptação do conjunto de elementos presentes na sua produção, com o desenvolvimento de uma visão voltada para o mercado e a utilização frequente de recursos tecnológicos.

Em relação à adaptação dos elementos pertencentes aos sistemas produtivos, deverão ser combinados de forma que os seus produtos tragam rentabilidade para a propriedade familiar. No tocante ao desenvolvimento de uma visão para o mercado por parte dos pequenos agricultores familiares, é necessária a introdução de políticas públicas voltadas para composição de suas capacidades produtivas, ao ordenamento de sua organização econômica e à construção de um cenário estrutural adequado ao progresso de uma dinâmica rentável. E para que a utilização frequente de recursos tecnológicos faça parte da realidade desses pequenos produtores rurais, faz-se premente o seu acesso a terra, seja através da reforma agrária, ou pela combinação desta, com possibilidades facilitadas de compra, arrendamento e parcerias (MALUF, 2004).

O Brasil já tem posição de destaque no cenário internacional de biocombustíveis, pois já é o terceiro maior produtor e consumidor de biodiesel do mundo com uma produção anual em 2008 de 1,2 bilhões de litros e uma capacidade instalada, em janeiro de 2009 de 2,7 bilhões de litros. Como também pela sua produção de álcool cujo programa, PRÓALCOOL (Programa do Governo Federal) tem sido referência no mundo. Segundo a National Biodiesel Board, dos Estados Unidos, o Brasil tem condições de produzir 60% da demanda mundial de óleo diesel mineral. Recentemente, parcerias público privadas têm fomentado o cultivo de mamona para a produção de biodiesel na região nordeste. O Brasil é o terceiro maior exportador do óleo de mamona, participando com cerca de 12% do mercado mundial. Os principais clientes são Estados Unidos, Japão e Comunidade Européia.

A preocupação com o meio ambiente e com as desigualdades sociais movimenta acadêmicos e governantes com o objetivo de proporem um desenvolvimento sustentável. Na região Nordeste do Brasil, a produção de biodiesel a partir da mamona

surgiu como uma promissora alternativa para os pequenos produtores rurais. A produção de mamona pela agricultura familiar para o abastecimento de indústrias produtoras de biodiesel tem sido bastante incentivada pelo governo, sendo inclusive um dos pontos presentes no PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel).

A cultura da mamona está sendo incentivada pelo governo, porque o seu sistema produtivo propicia uma maior ocupação de famílias por hectare plantado.

“O PNPB e a legislação do Selo Combustível Social modificam significativamente o contexto econômico em que se insere a produção agrícola familiar do Semi-Árido. As usinas que querem obter os benefícios do Selo necessitam se abastecer com matérias-primas (oleaginosas ou óleo vegetal produzidas pela agricultura familiar abrindo um grande e crescente mercado para a produção familiar regional. Como visto, a legislação as obriga, também, a pagar preços previamente estabelecidos em negociações que contam com a participação das representações nacionais da agricultura familiar – o que acaba com a figura do atravessador - e a prestar assistência técnica” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

O apoio e a priorização da agricultura familiar sustentável na produção de óleo de mamona para a produção de biodiesel, além de proporcionar um desenvolvimento social para muitas famílias de pequenos agricultores que não possuem renda, fornecerão o apoio de insumos necessários para impulsionar e sedimentar o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) de iniciativa do Governo Federal.

No Estado do Ceará, a produção de oleaginosas entre as décadas de 40 e 60, era bastante significativa, principalmente em relação à cultura da mamona, variando a área destinada à sua produção entre 30 a 57 mil hectares. O Brasil era um dos maiores produtores no cenário mundial e o Estado do Ceará era um dos mais importantes expoentes nessa especialidade, beneficiando o caroço de algodão, a baga de mamona e o fruto da oiticica.



Figura 6. Distribuição do semi-árido na região Nordeste.

Fonte: Banco do Nordeste, 2005.

A partir do início da década de 80 a saturação do mercado químico com o óleo de mamona teve como consequência a queda nos preços pagos aos produtores e, paralelamente, um contínuo da área cultivada de mamona no Estado. Outro fator que contribuiu bastante para o declínio de produção de mamona deve-se ao fato de não ter ocorrido, no Brasil, melhorias tecnológicas no uso de fertilizantes, nas sementes, no preparo do solo, no plantio e na colheita. Como também, a desorganização do mercado interno, para o produtor e para o consumidor final.

No caso específico do Ceará, a produção de mamona existente no Semi-Árido deste Estado é bastante precária, em poucos casos, utiliza-se outro tipo de mecanização além do trator na preparação do solo para o plantio da oleaginosa (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008). A partir de 2004, a produção de mamona foi retomada no Estado, através da ação da secretaria estadual de agricultura que distribuiu sementes certificadas em muitos municípios. É interessante notar, nesse sentido, que o Ceará é o único estado do Nordeste auto-suficiente em sementes certificadas (MALUF, 2004). A implantação nos municípios de Crateús e por último em Quixadá, de importantes plantas industriais de produção de biodiesel, como da Brasil Ecodiesel e da Petrobras respectivamente, consolidou o processo de retomada na produção estadual de mamona (BIODIESELBR, 2008).

“No Ceará, hoje em dia, as expectativas de desenvolvimento da produção de oleaginosas para biodiesel repousam quase integralmente sobre a produção familiar. A agricultura patronal no contexto atual dedica-se majoritariamente à pecuária interessando-se pela agricultura apenas em áreas irrigadas, sob o regime de assalariamento” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

Esta retomada de produção pelos pequenos produtores de mamona na região do Sertão Central cearense está adstrita aos contratos fechados com as usinas produtoras de biodiesel: Petrobras (Quixadá) e Brasil Ecodiesel (Crateús).

Segundo dados do IBGE (2007), a área destinada à plantação de mamona é maior do que em 2006 e menor que 2005, em decorrência de que, mesmo existindo muitos produtores familiares aderindo à exploração da cultura da mamona, existem outros abandonando o cultivo da oleaginosa ou não ampliando a área plantada. Esse fato é consequência de uma longa interrupção na produção, somada a necessidade de reorganização dos elos pertencentes à cadeia produtiva. Além dos produtores não terem fácil acesso a sementes certificadas, equipamentos, insumos, crédito, assistência técnica e mercado atrativo. Nas condições edafoclimáticas encontradas no Semi-Árido, a inacessibilidade às sementes qualificadas e a indisponibilidade de máquinas para a preparação do solo, expõem a cultura a situações climáticas desfavoráveis (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

O sistema produtivo no qual a mamona está inserida consiste na utilização da agricultura consorciada: mamona, milho e/ou feijão e pecuária. A produtividade da mamona por hectare plantado é baixa, no entanto possui mercado garantido para a produção de biodiesel, com preço médio de R\$ 0,60, principalmente se procedente da agricultura familiar.

“Para a grande maioria dos produtores, entretanto, esse sistema não lhes permite promoção produtiva e social. Gera poucos excedentes, não permitindo que eles melhorem suas técnicas produtivas e aumentem a produtividade, num ciclo de maior prosperidade” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

Atualmente a baixa produtividade da cultura da mamona por hectare, é decorrente do processo de plantio, isto é, a forma como o era trinta anos atrás, continua sendo utilizada. Não existindo análise e recomposição dos solos, técnicas de convivência com irregularidades climáticas e adubação, química ou orgânica. Apenas a distribuição de sementes selecionadas de forma isolada e às vezes, uso de trator para preparo do solo. As restrições de acesso a terra para produção agrícola familiar são outro fator que dificulta a expansão da cultura, refletindo na sua produtividade (PARENTE, 2003).

Para que houvesse um aumento significativo na produção de mamona destinada à fabricação de biodiesel, considerando as precárias condições técnicas disponíveis ao pequeno agricultor familiar, faz-se necessária a expansão da quantidade de famílias produzindo a oleaginosa, pois sem a criação de condições atrativas, a transição desses agricultores para compor a formação desta cadeia será tímida, não atingindo o objetivo do PNPB em relação a melhoria socioeconômica do pequeno produtor rural.

As diversificações produtivas mesmo não estando consolidadas, necessitam de um aporte significativo de recursos financeiros e a melhor maneira para obtenção de financiamentos dá-se através das cooperativas agropecuárias. Os agricultores organizados em cooperativas desenvolvem maiores condições de fornecimento de uma produção em escala, vias comerciais e aproximação de entidades de fomento.

Com o intuito de garantir uma produção de escala para a produção de biodiesel, assim como de assegurar a obrigatoriedade do percentual exigido e o aumento deste, o Governo Federal instituiu o Pronaf Biodiesel. O Pronaf Biodiesel foi criado com o objetivo de possibilitar que o agricultor familiar tenha direito a mais um crédito de custeio antes de pagar o anterior, para realizar o plantio de oleaginosas. Foi modificada uma resolução do Pronaf, possibilitando que o agricultor familiar do microcrédito (agricultor B, maioria no Nordeste) pegue o crédito custeio para o cultivo da mamona, porque antes só era permitido para realização de investimentos. Modificou-se a resolução do Garantia-Safra de forma a priorizar o agricultor familiar do Semi-Árido nordestino que plante o feijão em consócio com a mamona, pois caso ocorra a perda da safra terá prioridade na obtenção do benefício frente aos demais. Além, da negociação alcançada junto às principais instituições financeiras, para o pronto atendimento proveniente das demandas de crédito do Pronaf, para custeio e investimento de oleaginosas para produção de biodiesel (MDA, 2007, pg. 4).

No entanto, o Programa Nacional do Álcool mesmo tendo logrado êxito no que diz respeito à substituição em larga escala de derivados do petróleo, provocou externalidades ambientais e sociais negativas. As regiões produtoras de álcool e açúcar apresentam alta concentração de terras, havendo uma substituição da agricultura familiar pela monocultura. Segundo CASTRO, LIMA e CRISTO (2002), este modelo gerou um contingente de 1,2 milhões de trabalhadores informais ocupados somente nas safras e submetidos a condições degradantes e insalubres de trabalho, aumentando a injustiça social.

Com o intuito de não incorrer nos mesmos erros do PRÓALCOOL, o Governo Federal persegue outros resultados para o PNPB. Tendo como missão a inclusão social e a capacidade de proporcionar vantagens às empresas que utilizarem a mamona como matéria-prima, desde que proveniente da agricultura familiar. A vantagem será a concessão do Selo Combustível Social, possibilitando o acesso aos leilões promovidos pela Petrobras e benefícios fiscais.

A inclusão da cultura da mamona para produção de biodiesel nos sistemas produtivos dos pequenos agricultores familiares sejam eles de subsistência ou com orientação para o mercado, suprirá vários pontos de estrangulamentos existentes.

“A elevação da renda líquida dos agricultores familiares facilitaria o acesso ao crédito, a realização de investimentos e o reforço da organização cooperativa. Para desempenhar essa função, entretanto, a inserção desses produtores na cadeia produtiva da mamona teria que estar centrada no crescimento da produtividade. As condições contratuais hoje oferecidas a esses produtores – preço definido e garantia de compra – não parecem suficientes para motivar muitos desses produtores a realizar os investimentos necessários à implantação dessa nova orientação produtiva” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008).

O PNPB ao instituir um regime tributário federal diferenciado por tipo de agricultura (familiar), região de compra da matéria-prima (norte e nordeste) e tipo de oleaginosa (mamona e dendê) empregada no processo produtivo, estabelece um diferencial competitivo para a agricultura familiar frente ao agronegócio, promovendo transformações sociais importantes. No entanto, o caminho a ser percorrido entre a

potencialidade e a realidade não se opera por si mesmo, necessitando de esforços para transpor os desafios.

Assim, concluímos que a inserção da mamona como matéria-prima utilizada na fabricação de biodiesel, não irá ocorrer de forma harmoniosa e automática. Pelo contrário, a realidade verificada comprova que a forma como esse plantio de caráter comercial acontecerá, irá depender essencialmente da competência na execução de elementos de ações governamentais de apoio que busquem o fortalecimento da agricultura familiar e de seus sistemas produtivos.

2.3. Agricultura familiar

No Brasil, 65% da população trabalham em atividades estritamente agrícolas. A agricultura familiar está passando por um processo de grandes transformações no cenário econômico e social brasileiro, e tem assumido uma posição de destaque, com uma perspectiva de alternativa para o desenvolvimento sustentável. Ela é responsável por cerca de 60% dos alimentos que chegam à mesa das famílias brasileiras e pela matéria-prima para muitas indústrias, representando 85% do total de estabelecimentos rurais do país.

Com a instauração da crise do algodão no semi-árido nordestino nos anos 80, o acesso a terra por meio das parcerias tornou-se mais difícil, visto que o interesse dos grandes proprietários rurais restringia-se a exploração da pecuária, utilizando a propriedade para pastagem com o objetivo de alimentar os animais.

“Especialmente no Nordeste, onde a pobreza rural e a concentração latifundiária são duas faces da mesma moeda, o acesso à terra tem um papel decisivo, no sentido de que ele pode representar a criação das condições de base para que as instituições da vida moderna tenham uma presença marcante na dinâmica do meio rural” (ABRAMOVAY, 1995).

Decorrente da situação de predominância do agronegócio, ou seja, da presença maciça das grandes empresas agrícolas no mercado, o produtor rural familiar ficou sem acesso ao mercado, obrigando-o à exploração de culturas agrícolas restritas ao autoconsumo. A criação de animais com intuito comercial, devido à escassez de

recursos financeiros, acontecia de forma bastante espaçada sem conseguir agregar valor à propriedade.

“Dessa forma, a crise do sistema tradicional orientou a maioria dos produtores familiares para uma opção forçada pelo autoconsumo e utilização de técnicas rudimentares. A descapitalização e fragilidade produtiva levaram à prudência em relação aos mercados: comprar apenas o estrito necessário, vender apenas para fazer frente a despesas imprescindíveis, comprar insumos apenas em condições onde a relação custo-benefício for elevada” (DE CARVALHO, POTENGY e KATO, 2008) .

Com o progresso técnico, que tornava dispensável o trabalho de muitos entes da família, junto com a forte concentração de renda no campo, terminou por acarretar o êxodo rural brasileiro, configurando-se como um êxodo de refugiados do campo, diferente do que ocorreu no EUA e na Europa, onde os fatores de atração predominaram sobre os fatores de expulsão. Os brasileiros que permaneceram no campo, continuaram em situação precária, sem acesso ou com acesso limitado à terra, à educação e demais serviços de infra-estrutura social e aos benefícios da política agrária (KAGEYAMA, 2003).

Os fatos e a história mostram claramente que, apesar de todas as mudanças ocorridas e das oportunidades perdidas, ainda faz-se necessário no país, como condição para a eliminação da pobreza e de suporte essencial para um processo de redistribuição dinâmica da renda, um projeto de desenvolvimento rural apoiado na produção familiar.

É preciso formular políticas de desenvolvimento rural integrado que contemplem os diversos aspectos de uma mesma realidade, ou seja, políticas agrárias e agrícolas para o fortalecimento da agricultura familiar, juntamente com políticas de geração de novas oportunidades de empregos rurais não-agrícolas.

“Desenvolver a agricultura não é forçosamente concentrar seus recursos produtivos. A mudança da matriz em que se origina a concentração da renda na agricultura e o fortalecimento de unidades ao alcance do trabalho de uma família, na maior parte dos casos, pode apresentar resultados produtivos tão ou mais promissores que o de grandes fazendas” (ABRAMOVAY, 1995).

No entanto, quando uma região agrícola chega a oferecer atividades rurais não-agrícolas, como importantes fontes de renda é porque foi atingida uma de exploração econômica, que não condiz com a realidade encontrada no ambiente rural do Semi-Árido nordestino.

Conforme dito anteriormente, estudos realizados pela FAO/INCRA (1996), o Nordeste é a região brasileira que detém a maior parcela dos estabelecimentos agrícolas familiares do país (49,7%), comparado com as demais regiões. Esses estabelecimentos detêm também a maior ocupação territorial, mas não há uma participação correspondente em valor bruto da produção nem no financiamento total, indicando que há ineficiência na produção e uma maior desarticulação entre os elementos presentes na exploração do segmento.

No estado do Ceará, objeto da presente pesquisa e principalmente na região do Sertão-Central, tem-se a influência do Semi-Árido de forma predominante. É neste contexto, que as propriedades rurais familiares que desenvolvem atividade de subsistência, nesta região, representam 58% da agricultura familiar cearense e os produtores que conseguem alcançar faixas elevadas de renda e voltarem suas produções totalmente para o mercado, representam em média apenas 5% desse total de propriedades (FAO INCRA, 1996).

Segundo o IPECE (2005), pode-se concluir que o padrão da propriedade rural no Ceará é a de mini e pequena propriedade e que os imóveis rurais cearenses estão concentrados na faixa de 5 a 500 hectares. É importante destacar o fato de que dos 9.343.171 ha dos imóveis rurais existentes, 5.154.182 ha classificam-se como “não produtivos”, ou seja, 55,17% dos imóveis rurais.

A agricultura executada no Estado do Ceará é de baixa produtividade e apresenta relações de produção desiguais e subdesenvolvidas, carecendo de mudanças profundas na estrutura social e institucional. Essas mudanças devem ser operadas não só no âmbito das entidades organizacionais de estrutura e fomento da agricultura familiar, como também no interior das propriedades familiares rurais, para que seus possuidores possam ter a dimensão da importância da agricultura familiar para a economia do país, passando a querer adotar novas técnicas e tecnologias que possibilitem uma produção maior e mais proveitosa (LEITE, 2005).

A agricultura é historicamente o setor que tem suprido parte dos recursos de capital e mão-de-obra para a economia cearense. A produção do setor agropecuário é realizada em 324 mil estabelecimentos, com 8,9 mil milhões de hectares, dos quais, a

maioria desses estabelecimentos agrícolas é explorada pelo proprietário, com característica de agricultura familiar e apenas 6% das terras são de agricultura patrimonial, mas que representam 45% da área e da produção total do Estado do Ceará (LEITE, 2005).

2.4. Modelagem sistêmica

A linha teórica-metodológica do presente trabalho se orienta pelo pensamento sistêmico, que surgiu como abordagem científica, tardiamente, já no século XX. Neste período, Bertalanffy (1976) concebeu a teoria dos sistemas abertos e a necessidade da existência de uma teoria geral dos sistemas (ANDRADE, *et al*, 2006), o que de certa forma iniciou o processo de desenvolvimento da abordagem sistêmica em diversos ramos da ciência.

Outro fator que contribuiu para o surgimento do pensamento sistêmico foi a cibernética pautada na engenharia de comunicação e na engenharia de controle. Uma grande contribuição da cibernética para o pensamento sistêmico foi a concepção do diagrama de enlace causal para descrição das interações de sistemas complexos (MARUYAMA, 1963).

Assim, segundo Andrade (2006), o pensamento sistêmico nasce da dúvida da aplicação irrestrita das conjecturas do pensamento analítico, segundo o qual, todos os fenômenos podem ser compreendidos, bastando apenas desmembrar os seus componentes e ter conhecimento a respeito das suas relações causais sucessivas. Tais pressupostos são ineficientes quando o questionamento refere-se a um organismo composto, que apresenta características e propriedades que emergem de um conjunto de interações constitutivas do todo.

O pensamento sistêmico foi essencial para o fornecimento de explicações sobre padrões de comportamento de um conjunto de interações simultâneas e construtivas de um todo. Dessa forma, podemos descrever a idéia central do pensamento sistêmico como uma estrutura sistêmica, com padrões de comportamento acerca da realidade, proporcionando conhecimento sobre o funcionamento e as interconexões entre as variáveis relacionadas.

O pensamento sistêmico aborda situações com um grande número de variáveis que geram características que estão sujeitas a interdependência de vários fatores. O engenheiro Peter M. Senge foi um dos pioneiros na utilização dos princípios do

pensamento sistêmico “para a construção de comunidades comprometidas com o auto-aprimoramento dos seus membros” (ANDRADE, 1997).

Assim, o pensamento sistêmico como meio de estruturação de conhecimentos acerca da realidade vem despontando como ferramenta da aprendizagem. O objetivo na utilização do pensamento sistêmico é o de expandir a capacidade racional humana, melhorando o entendimento sobre situações e problemas complexos em que a subjetividade do homem pode causar influências.

De acordo com a visão do pensamento sistêmico, podemos definir o conceito de sistema como uma organização que mantém o seu funcionamento através da interação entre suas partes (BELLINGER, 1996). A caracterização do sistema não pode ser resumida à identificação de suas partes, mas principalmente pelas interconexões entre elas, que são as verdadeiras responsáveis pela caracterização do sistema como um todo.

Uma das categorias de classificação de ferramentas que servem como auxiliares no entendimento da percepção da realidade é a de resolução de problemas.

As abordagens sistêmicas classificadas segundo o tratamento dado às soluções de problemas da realidade podem ser denominadas *hard* ou *soft*, sem deixar de mencionar aquelas que estão classificadas como intermediárias (GALINDO, 2008).

A abordagem *hard* é produto do desenvolvimento de uma área de conhecimento denominada Pesquisa Operacional (PO). A PO é composta por um conjunto de técnicas de solução de problemas, tendo como ponto fundamental e indiscutível que todo problema pode ser definido e resolvido. Com o grande aumento do escopo de aplicação da PO, as limitações dessas ferramentas começaram a se tornar evidentes (PIDD, 1997).

Devido às insuficiências das abordagens *hard* na solução de problemas, surge uma linha de pesquisadores provenientes desta abordagem, propondo uma nova, com aplicação em situações problemáticas ou complexas, a lógica *soft*. A lógica *soft* promoveu o questionamento acerca da real aplicabilidade das técnicas *hard* e sugeriu um conjunto de ferramentas que auxiliassem o entendimento da realidade.

A abordagem *soft*, que pode ser amplamente utilizada na aplicação de modelagem computacional, defende que a maioria das situações existentes no mundo real, tem problemas com difícil definição. Nesta abordagem o objetivo almejado não é apenas uma solução, mas o aprendizado gerado a partir da realidade e a possibilidade de poder nortear ações acerca dessa realidade.

A metodologia *soft* é utilizada na solução de problemas em que predominam aspectos subjetivos. Sua implementação aborda situações difíceis de obter objetivos

definidos, quando as medidas de natureza qualitativas estão presentes. A metodologia *soft* consiste na implementação de um processo cíclico de aprendizagem, segundo um modelo que permite a interação entre a teoria e a prática em estreita relação (ANDRADE, 2006).

Analisando as abordagens *hard* e *soft* (Quadro 4), podemos constatar que não existe exclusão entre elas, mas sim complementaridade, pois as abordagens *soft* são indicadas para processos de modelagem da realidade, e as abordagens *hard* são adequadas para elaboração de modelos dinâmicos de simulação utilizando-se dessa realidade traçada (GALINDO, 2008).

Quadro 4 - Características gerais das Abordagens Sistêmicas *Hard* e *Soft*

Critério	Abordagem <i>hard</i>	Abordagem <i>Soft</i>
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	Vista como direta, unitária.	Vista como problemática, pluralista.
A ORGANIZAÇÃO	Assumida tacitamente.	Requer negociação.
O MODELO	Uma representação do mundo real (ontologias). Fala a linguagem de problemas e soluções.	Uma forma de gerar debate e <i>insight</i> a respeito do mundo real. Podem ser construções intelectuais (epistemológicas). Fala a linguagem de questões e acomodações.
RESULTADO	Um produto ou recomendação.	Progresso através da aprendizagem.
VANTAGENS	Permite o uso de poderosas técnicas. Mais fácil de ser validado.	É utilizável por profissionais especializados como pelos detentores do problema, busca considerar o conteúdo humano das situações problemáticas.
DESVANTAGENS	Necessita de profissionais especializados em técnicas específicas, ignora a participação dos detentores do problema. Deixa de considerar aspectos que transcendem a simples lógica da situação.	Não produz respostas definitivas. Aceita a idéia de que o processo de questionamento é infundável. Problemas para validação do modelo.

Fonte: elaborado a partir de Pidd (1997)

Segundo Fernandes (2001), em relação ao tratamento dado para solução dos problemas pertencentes ao mundo real, a dinâmica de sistemas está classificada como abordagem intermediária, em relação às abordagens *hard* e *soft*.

Assim, em relação às abordagens utilizadas para a solução de problemas complexos, temos a dinâmica de sistemas, oriunda da mesma linha de pesquisa do pensamento sistêmico.

“A dinâmica de sistemas é utilizada para examinar a inter-relação de forças e vê-las como parte de um processo comum” (SENGE, 1990).

“ A dinâmica de sistemas proporciona um conjunto de instrumentos para compreensão e comunicação sobre os modelos da realidade, utilizados pelos teóricos da aprendizagem organizacional para compor uma linguagem capaz de transformar os processos de pensamento” (ANDRADE, 1997).

Dessa forma, a dinâmica de sistemas constitui uma abordagem operacional com o propósito de tratar situações onde a cognição natural é insuficiente, tendo a utilização da simulação como uma ferramenta capaz de proporcionar uma maior reflexão a respeito do ambiente real, onde a complexidade caracteriza-se pela existência de muitas variáveis interagindo de forma não-linear ao longo do tempo, necessitando de métodos que possibilitem a sua compreensão e organização.

“A dinâmica de sistemas procura justamente elucidar as características gerais dos sistemas, partindo dos padrões de comportamento entre as partes e das estruturas determinantes destes padrões” (ANDRADE, 1997).

Após a descoberta da dinâmica de sistemas nos anos 50, utilizou-se a sua metodologia para a modelagem de sistemas complexos.

“A dinâmica de sistemas contempla a suposição de que o comportamento dinâmico em sistemas complexos decorre de estruturas causais constituídas em múltiplos laços de realimentação negativos e positivos, que se constituem por meio de fluxos de recursos e informações, formando um padrão fechado de interações endógenas ao sistema” (ANDRADE, p. 56, 2006).

Como a caracterização de um sistema é feita pela formação e pelas interações de suas partes, temos que as partes influenciam-se umas às outras reciprocamente, quer direta ou indiretamente.

Para uma melhor compreensão das variáveis envolvidas, suas estruturas causais constituídas em múltiplos laços e suas interações, utiliza-se a construção de modelos de simulação computacional com os quais se pode comparar os resultados do modelo e uma realidade observada.

Assim, alguns conceitos usados na preparação dos modelos de sistemas são necessários para a abordagem sistêmica adotada, como por exemplo, de acordo com

Schaffernecht (2006), variável é uma entidade que se distingue do ambiente onde está inserida, sob o ponto de vista de quem observa. No caso de um enlace causal, Schaffernecht (2006), o considera como uma relação entre duas variáveis, de tal forma que se estabelece um evento caracterizado pela influência de uma variável em outra. O estabelecimento do evento proveniente da influência das variáveis poderá ser de forma imediata ou após o transcurso de algum tempo, este transcurso de tempo é denominado *delay*.

O efeito de um evento “pode acontecer imediatamente após a ação do evento causador ou depois de considerável tempo, caracterizando um atraso (*delay*)” (GALINDO, 2008).

“Os delays são atrasos ou esperas que fazem com que uma ação possa produzir efeitos diferentes no tempo e no espaço” (ANDRADE, p. 60, 2006).

Para a compreensão da estrutura e do comportamento dos sistemas utilizam-se principalmente dois tipos de diagramas: os diagramas de enlace causal e os diagramas de fluxo.

2.4.1. Diagrama de Enlace Causal

Segundo Andrade (1997), o diagrama de enlace causal é composto basicamente: pelas entidades ou fatores relevantes do sistema, setas que indicam a direção de como um elemento influi no outro (relações causa-efeito), eventos que só serão percebidos com certo atraso (*delay*) em relação ao acontecimento e respostas ao enlace (relações causa-efeito-causa) (BASTOS, 2003).

Os diagramas de enlace causal possuem natureza eminentemente qualitativa, apresentado as variáveis pertencentes ao modelo de forma ordenada, além das relações de causa e efeito entre elas. São bastante utilizados nas ciências sociais, através das suas características estruturais presentes no comportamento do sistema (FERNANDES, 2001).

O diagrama de enlace causal tem duas importantes funções a desempenhar nas pesquisas sobre dinâmica de sistemas. Primeiro, serve como um esboço de hipóteses causais. Segundo, ele simplifica a ilustração do modelo. Nos dois casos, torna-se

possível que o analista identifique antecipadamente a estrutura presente no modelo. Este efeito pode ser observado na figura 7 a seguir.

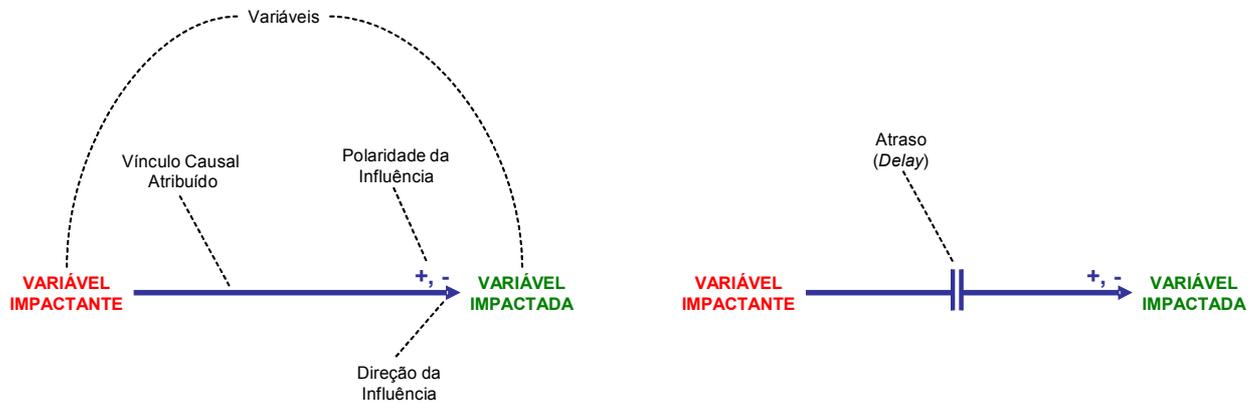


Figura 7 - Elementos envolvidos na representação da causalidade no Diagrama de Enlace Causal

Fonte: Galindo 2008

2.4.2. Diagrama de Estoque e Fluxo

A partir da inclusão do ambiente que envolve a situação objeto de interesse para o entendimento dos sistemas complexos e, do reconhecimento da participação das relações circulares de causa e efeito para a explicação do comportamento e da sustentação dos mesmos. O pensamento sistêmico buscou o entendimento integral da realidade através dos fluxos circulares (ANDRADE, 2006).

Bastos (2003) afirma que os diagramas de estoque e fluxo possuem natureza quantitativa, permitindo o acompanhamento da evolução de um sistema ao longo do tempo e dentro de um período de interesse. Esses diagramas utilizam as características estruturais definidas nos diagramas de enlace causal, para desenvolver um modelo de simulação do sistema (FERNANDES, 2001). De acordo com a perspectiva da dinâmica de sistemas, qualquer sistema, natural ou artificial, pode ser descrito em um diagrama de estoque e fluxo, através de uma linguagem composta de quatro elementos: estoques, fluxos, auxiliares e conectores (ANDRADE, 1997).

Segundo Ortiz, Sarriegi e Santos (2006), para o entendimento de uma situação complexa real é necessário realizar a tradução do mapa sistêmico já elaborado, para o desenvolvimento de um diagrama de estoque e fluxo (Figura 8). O conseguinte êxito

desta etapa é alcançado quando são desenvolvidas algumas atitudes prévias, tais como: a identificação dos recursos existentes no sistema, o reconhecimento das qualidades internas e externas inerentes a cada recurso envolvido, a identificação das ações que exercem alguma transformação perante os recursos, a modelagem das relações entre as variáveis envolvidas, a determinação do impacto entre as variáveis através de funções matematicamente viáveis e por último, mas não menos importante o controle das variáveis relacionadas (ANDRADE, 2006).

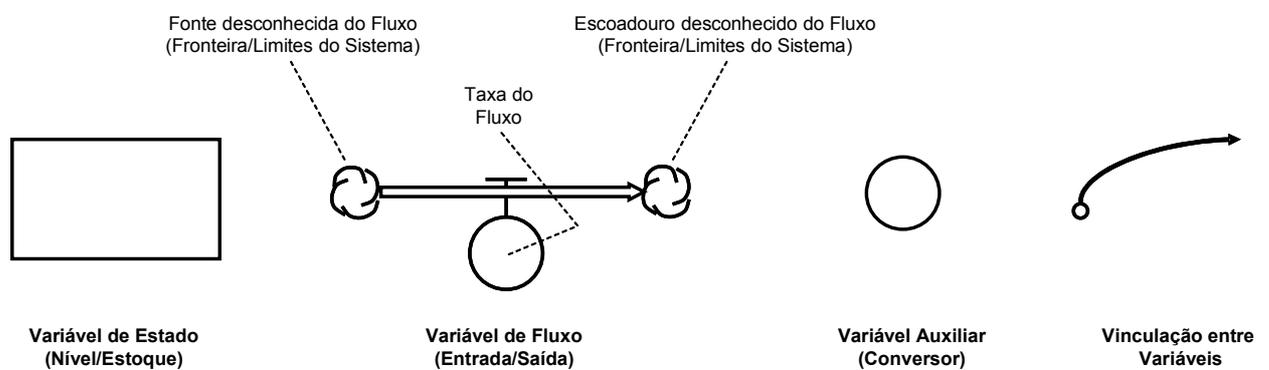


Figura 8- Elementos envolvidos na elaboração de Diagramas de Estoque e Fluxo
Fonte: Adaptado de Schaffernicht (2006)

Com o objetivo meramente elucidativo, as soluções realizadas por um ambiente computacional, foram demonstradas através da utilização primeira de um diagrama causal e posteriormente de diagramas de estoques e fluxo, conforme exemplificação de Batista Filho (2001), as quais estão utilizando uma representação de crescimento e declínio da população (GALINDO, 2008). Conforme a figura 9 a seguir.

DIAGRAMA DE ENLACE CAUSAL
Dinâmica entre Nascimentos, População e Mortes

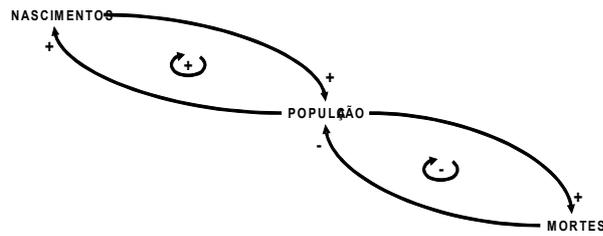


DIAGRAMA DE FLUXO-1
ENLACE POSITIVO: Processo de Crescimento Popacional

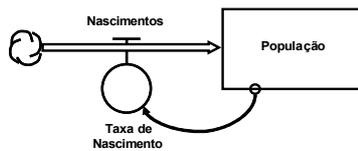


DIAGRAMA DE FLUXO-2
ENLACE NEGATIVO: Processo de Declínio Popacional

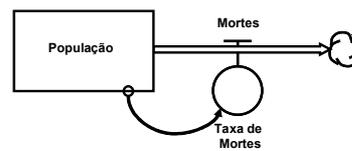


Figura 9 - Exemplo de modelagem e simulação de enlaces em um Diagrama de Estoque e Fluxo
Fonte: Adaptado de Batista Filho (2001)

Assim, tais diagramas de enlace causal possuem seus diagramas constituídos de alguns elementos essenciais a sua representação e entendimento (Quadro 5).

Quadro 5 - Componentes integrantes dos Diagramas de Enlace Causal e de Fluxo

DIAGRAMA DE ENLACE CAUSAL	
Componentes	Descrição
1- Elementos do Sistema ou Variáveis	Entidades ou fatores relevantes do sistema.
2- Relacionamentos	Setas que indicam a direção de influência de um elemento sobre o outro.
3- Atrasos (<i>Delay</i>)	Efeitos que somente são sensíveis após um tempo de espera.
4- Enlaces ou <i>Feedback</i>	Conjunto circular de causas em que uma perturbação em um elemento causa uma variação nele próprio como resposta.
DIAGRAMA DE ESTOQUE E FLUXO	
Componentes	Descrição
1- Níveis	Acumulações ou estoques dentro o sistema.
2- Fluxos	O movimento de materiais e informações dentro do sistema.
3- Funções de Decisão	A forma como os fluxos são encontrados (usualmente definidos como políticas de gerenciamento).
4- Atrasos (<i>Delay</i>)	Demoras na manifestação dos efeitos da influência de um elemento sobre o outro.
5- Fontes e Escoadouros	O início e o fim de um fluxo.
6- Variáveis	Auxiliares para a realização de equações algébricas.

Fonte: Andrade (1997)

A forma de comunicação empregada na modelagem dos diagramas é composta basicamente de símbolos, utilizados para a representação das variáveis presentes em um sistema e as interações entre elas.

Assim, de acordo com ANDRADE (1997)

“a dinâmica de sistemas, do ponto de vista da aprendizagem organizacional, tem sido usada de uma maneira cujo objetivo principal não é a simulação exata do comportamento dos sistemas organizacionais, pois a idéia chave não é a resolução de problemas através da modelagem, mas a possibilidade de avaliar os padrões de comportamentos do sistema visando o aprimoramento dos modelos mentais compartilhados das pessoas que têm o poder de tomar ações”.

A partir da disseminação de que, para o pensamento sistêmico, o princípio cartesiano, segundo o qual é possível alcançar a essência do real desmontando sucessivamente os fenômenos em elementos constituintes, é substituído pela suposição de que a realidade (física ou abstrata) envolve essencialmente interações e essas constituem padrões de comportamentos, que serão tomados como variáveis utilizadas na constituição de diagramas empregados através de modelagem por meio computacional. Deu sustentabilidade para a ampla utilização da dinâmica de sistemas em pesquisas.

O emprego da dinâmica de sistemas possibilita a construção de modelos e a partir da estruturação desses modelos podem ser elaborados vários cenários baseados em possíveis mudanças das suas variáveis-chave (BASTOS, 2003). Essa técnica de modelagem pode apreciar uma situação onde, suas estruturas e processos dinâmicos representativos do mundo real, podem ser recriados em diagramas.

É inegável a existência de limitações na dinâmica de sistemas, no entanto o seu uso através de procedimentos de modelagem proporciona importante aprendizado, por isso a modelagem sistêmica não deve ser utilizada com o propósito preditivo acerca de tendências futuras sobre a realidade, mas sim como uma ferramenta de aprendizado. No que diz respeito a elaboração e avaliação de políticas, os modelos mentais e as simulações, são de grande valia como complementos aos métodos clássicos, auxiliando-os na compreensão das alterações sociais e econômicas, podendo ser bastante úteis na estruturação de políticas e na construção de cenários (KASPER, 2000).

A aplicação da dinâmica de sistemas em pesquisas de caráter exploratórios, conjuntamente relacionadas a contextos econômicos e sociais, expressa que a utilização desta metodologia é bastante indicada para a compreensão dos problemas inerentes a uma realidade complexa. Pois essa abordagem reproduz o contexto real, considerando todas as variáveis envolvidas e seus respectivos movimentos, permitindo uma avaliação das possíveis soluções para os problemas apontados.

Na utilização da dinâmica de sistemas, não se está perseguindo a exatidão do comportamento do sistema, mas sim a possibilidade de avaliação dos seus possíveis padrões de comportamentos, visando o aprimoramento dos modelos mentais (ANDRADE, 1997). Pois os processos de simulação podem ser utilizados para exploração do comportamento do sistema em seu estado inato, ou do seu comportamento modificado por ações intervenientes em relação a certos parâmetros.

2.5. Indicador de rentabilidade

A análise do desempenho econômico das Unidades de Produção Familiar foi realizada pela soma de todas as rendas geradas para remunerar o trabalho em família e ainda aumentar o seu capital.

A renda total de um pequeno agricultor é uma variável difícil de ser analisada, devido à dificuldade de obtenção de dados, sendo alguns estimados. Outro fato é que a agricultura não possibilita uma boa avaliação das condições econômicas com base nos resultados de uma ou mais safras (DE BARROS, 2000).

Para quantificar a renda obtida pelas famílias assentadas, foram utilizados os seguintes conceitos:

- Renda Bruta Total (RBT): é o somatório dos valores da Renda Agrícola Bruta e da Renda da Pecuária Bruta, obtidas com a venda da produção agrícola e a venda de animais;
- Renda do Autoconsumo (RA): é a renda que o agricultor obteria caso vendesse ao invés de consumir, essa parte da produção.
- Renda de Outros Trabalhos (ROT): é a renda obtida por outros trabalhos, que não sejam na agricultura, dentro da propriedade familiar.
- Outras Rendas (OR): foram incluídas nesta, aposentadorias, pensões e bolsa família.

Assim, a renda familiar pode ser expressa pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{RF = RBT + RA + ROT + OR}$$

CAPÍTULO 03

3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa nos trabalhos científicos é essencial, pois classifica a lógica de construção do objeto da pesquisa, orienta a definição de processos e dá suporte para a interpretação dos resultados pesquisados.

Apresenta-se, nesta parte do trabalho uma visão geral da metodologia que orienta esta pesquisa. Nela estão definidos o ambiente, a natureza, o tipo, o universo e as etapas da pesquisa, bem como a caracterização do modelo utilizado na implementação da estrutura metodológica, os instrumentos e as técnicas de coleta de dados.

O ambiente de pesquisa selecionado como foco desta Dissertação engloba os municípios incluídos no zoneamento da região do Sertão Central Cearense (SCC). O foco na região do SCC se justifica pela expansão das oportunidades de ocupação, relacionadas com a cadeia produtiva do biodiesel no Estado e possibilidade de em uma melhoria da qualidade de vida das famílias rurais a partir da disseminação pelo PNPB do plantio da Mamona no Semi-Árido voltada para produção do biodiesel.

3.1. A Natureza e o tipo de pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa, este estudo se classifica como quantitativo e qualitativo. Assim, a pesquisa quanti-quali descreve melhor um fenômeno social, pois poderá apresentar um estudo de qualidade tanto do ponto de vista matemático ou estatístico, sem desprezar aspectos essenciais da realidade. Nesse caso a interpretação serve para analisar erros decorrentes de leitura errônea de medidas ou defeitos de instrumentos, assim como a quantificação pode auxiliar na análise interpretativa de um fenômeno. É preciso superar uma possível dicotomia existente entre pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa, pois é possível fazer uma análise qualitativa de dados quantitativos ou utilizar dados obtidos por técnicas qualitativas para se proceder a uma análise quantitativa (MICHEL, 2005).

Quanto aos fins ou objetivos, o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa de caráter exploratório objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema, com vistas a torná-lo mais explícito, aumentando a experiência em torno de um determinado problema (GIL, 1996; TRIVIÑOS, 1987), uma vez que a bibliografia sobre a cadeia produtiva da mamona e sobre o setor de produção é extremamente rica, mas relativamente poucos autores têm dado atenção às projeções futuras de cenários e

como as mudanças nas variáveis endógenas e exógenas interferem na cadeia produtiva e na viabilidade econômica dos agricultores.

A pesquisa exploratória não tem como objetivo solucionar o problema central da pesquisa, mas sim levantar informações que ajudem a entendê-lo melhor, é recolher informações e conhecimentos prévios sobre o problema para o qual se procura resposta ou acerca de uma hipótese que se quer experimentar. É o meio de formação teórica, embasamento, criação de conhecimento necessário e básico para a realização de estudos (MICHEL, 2005).

Podemos afirmar também que, usa-se a pesquisa exploratória para o aprimoramento de idéias, a descoberta de intuições, a clarificação de conceitos e verificação da existência de pesquisas semelhantes realizadas (GIL, 1996).

3.2. Estratégia da pesquisa

O presente estudo está sendo realizado na região do sertão-central do Estado do Ceará, onde a cultura da mamona tem certa tradição, e servirá como insumo principal na produção da cadeia produtiva do biodiesel. A região escolhida para pesquisa é beneficiada pela Brasil Ecodiesel com o projeto “parceria rural” com assentados visando à produção de mamona para biodiesel. Inicialmente, as famílias recebem um adiantamento mensal e a terra para cultivo de mamona consorciada com feijão, além de moradia (saneamento básico e energia elétrica) e suportes técnico e de capacitação como parte do “Programa de Desenvolvimento do Agronegócio da Agricultura de Sequeiro”. O governo do Estado do Ceará lançou o “Projeto Mamona” para desenvolver o cultivo da oleaginosa nas regiões semi-áridas do Estado, propondo-se a contemplar 6.000 famílias em 10.000 hectares. As bagas seriam destinadas para as usinas de Quixadá, Pedra Branca e Santa Quitéria.

A utilização de um modelo computacional é feita, entre outros motivos, pela possibilidade de se realizar simulações de cenários. Assim, a simulação está associada a idéia de um componente de software que objetiva imitar o comportamento de um certo domínio. Segundo Steed (1992) a diferença entre modelos e simulações é que modelos são uma representação de estruturas, enquanto que a simulação infere um processo de iteração entre as estruturas que compõem o modelo com o objetivo de criar um comportamento, isto é, as simulações focam os resultados gerados pela execução do modelo que elas contêm.

A pesquisa com instrumentos de modelagem computacional permitem a externalização de conceitos e significados que fazem parte das representações mentais de um indivíduo sobre determinado fenômeno, ajudando-o a pensar sobre o que intenciona representar. As ferramentas de modelagem permitem a exploração destes conhecimentos, investigando as relações entre diferentes objetos, formulando e testando hipóteses (MELLAR *et al*, 1994). Na verdade o que se está proporcionando em tais ambientes é a reconstrução dos modelos mentais.

No caso da presente pesquisa os modelos serão sistêmicos e dinâmicos, ou seja, aqueles com os quais podem ser observadas as alterações das variáveis no tempo. Segundo Ruth e Hannon (1997) são desenvolvidos, principalmente, para melhor entendermos os impactos das decisões alternativas na *performance* da economia e na administração das organizações, no uso de recursos.

A representação sistêmica é fundamentada através de uma linguagem característica representada através de diagramas de laço causal e de fluxos discutidas no referencial teórico deste trabalho, cujos componentes necessários para estruturá-los encontram-se nos quadros a seguir.

Quadro 6: Componentes integrantes do Diagramas de Enlace Causal

Componentes	Descrição
1- Elementos do Sistema ou Variáveis	Entidades ou fatores relevantes do sistema.
2- Relacionamentos	Setas que indicam a direção de influência de um elemento sobre o outro.
3- Atrasos	Efeitos que somente são sensíveis após um tempo de espera.
4- Enlaces ou <i>Feedback</i>	Conjunto circular de causas em que uma perturbação em um elemento causa uma variação nele próprio como resposta.

Fonte: Andrade (1997)

Quadro 7: Componentes integrantes do Diagramas de Fluxos

Componentes	Descrição
1- Níveis	Acumulações ou estoques dentro o sistema.
2- Fluxos	O movimento de materiais e informações dentro do sistema.
3- Funções de Decisão	A forma como os fluxos são encontrados (usualmente definidos como políticas de

	gerenciamento).
4- Atrasos	Demoras na manifestação dos efeitos da influência de um elemento sobre o outro.
5- Fontes e Escoadouros	O início e o fim de um fluxo.
6- Variáveis	Auxiliares para a realização de algébricas.
7- Parâmetros	Constante de ajuste para estabelecer objetivos de um sistema.

Fonte: Andrade (1997)

O método sistêmico é um instrumento constituído ao longo da história da visão sistêmica nas organizações. Esse método implicou na necessidade de um aprofundamento da percepção humana sobre a realidade, pois segundo a teoria sistêmica a realidade requer níveis diferenciados de percepção, á medida que nos aprofundamos, mudamos nossa concepção da realidade.

No primeiro nível, que é o nível mais visível, eventos ocorrem e são percebidos pelas pessoas envolvidas. Evento é a percepção da mudança no comportamento de uma variável importante da realidade. Um nível crítico é ultrapassado, percebendo-se os problemas a partir daí. A percepção de eventos tem acompanhado a caminhada humana, e tem sido útil desde os primórdios. O homem percebe eventos, sinais da natureza, e age de acordo com isso.

Elucidando o conceito de variável na concepção geral, o temos como algo que pode variar, estando sujeito a variações ou mudanças. Nosso uso é mais próximo ao uso científico. Está ligado à possibilidade de medir a ocorrência dos eventos, permitindo ver um comportamento além do nível visível. Uma variável mede um comportamento. Uma variável é a medida de uma força que influencia a realidade. Não é a maneira de entender a realidade, mas uma maneira útil.

No caso do padrão de comportamento que nos auxiliar na montagem do nosso modelo mental, utilizaremos a explicação que padrão de comportamento remete ao significado da “forma como algo ou alguém normalmente procede em resposta a certas circunstâncias”. Implica algo influenciando o procedimento de maneira probabilisticamente previsível. Tem origem no termo latino *comporto*, que significa “transportar para o mesmo lugar”, e também “acumular, amontoar, reunir”. Implica um movimento dirigido frequentemente para o mesmo lugar.

Através da percepção de eventos, o homem responde reativamente. Isso funciona nos ambientes que não ocorram grandes mudanças e que não haja muita complexidade e interconexão. Porém, em um mundo altamente dinâmico e complexamente interconectado, a ação reativa pode causar problemas, pois quando reagirmos ao evento crítico, já poderá ser tarde demais.

Para ultrapassar o nível dos eventos, é preciso analisar as tendências de longo prazo e avaliar suas implicações. Neste nível, são utilizados gráficos, para compreensão do comportamento passado das variáveis envolvidas e para a busca de evidências que possam prever seu comportamento futuro. As ações decorrentes dessa visão tomam uma forma mais responsiva; pois surgem indicativos de como, no longo prazo, se podem responder às tendências de mudança.

Ressaltando que visão de eventos pelo homem é bastante fragmentada, impondo uma visão parcial da realidade. Isso impede uma visão ampla das consequências das ações, lembrando que evento é a percepção da mudança no comportamento de uma variável importante da realidade.

O próximo nível invoca a compreensão da estrutura sistêmica da realidade. Esse nível indica o que causa os padrões de comportamento, buscando explicar como as variáveis influenciam-se mutuamente em relações de causa e efeito. Esse nível de ilustração é o mais rico, e permite as melhores intervenções em termos de alavancagem da mudança.

Qualquer sistema, seja ele natural ou social, pode ser explicado por esses níveis. Porém, nos sistemas sociais, há um nível de complexidade adicional. As estruturas da realidade social são construídas tendo por base o que as pessoas carregam em suas mentes. Os modelos mentais são os responsáveis pela estruturas que os seres humanos constroem, seja nas cidades, nas comunidades, na família ou nas organizações (ANDRADE *et al*, 2006).

Assim, é preciso identificar como os modelos mentais suscitam influências nas estruturas em questão, para que seja possível compreendê-las e modificá-las. A compreensão dos modelos mentais proporciona capacidade para ações que possam reestruturar e modificar de uma maneira mais profunda.

Outro ponto a ser abordado no método sistêmico são os passos que permitem um mergulho nos níveis da realidade, dando sustentabilidade para um aprofundamento do panorama real. Assim, a seguir são descritos nove passos propostos em Andrade (2006) para abordagem operacional do método sistêmico

3.2.1. Definir uma situação complexa de interesse

Neste primeiro passo o intuito é definir e delimitar uma situação de interesse, que seja conhecida pelo pesquisador. Situações difíceis de serem gerenciadas, que apresentam problemas crônicos são adequadas para aplicação do pensamento sistêmico.

A utilização do pensamento sistêmico como solucionador de problemas, é indicada nos casos de multidimensionalidade sistêmica de uma gama considerável de variáveis interconectadas de maneira não-linear, de modelos mentais bastante complicados e nos *delays* de relações.

A definição da situação de interesse é feita através da elaboração de uma frase. É necessário estabelecer um período de tempo em que a análise será feita, fazendo a indicação de um período no passado e outro no futuro. O início da análise será o tempo no passado e o tempo futuro será representado por um horizonte para construção de cenários.

Outro aspecto importante é a definição de questões para servir de direcionamento, como também para mensurar o alcance dos objetivos.

3.2.2. Apresentar a história por meio de eventos

A finalidade desta etapa é apontar eventos importantes relacionados dentro do espaço de tempo considerado. A partir das evidências feitas aos eventos mais relevantes, ampliamos o escopo de visão do contexto considerado.

O resultado final é uma lista de eventos ou tabelas, contendo as datas e as frases que os descrevem sucintamente.

3.2.3. Identificar as variáveis-chave

A linguagem da modelagem sistêmica representa as variáveis do modelo sistêmico e os vínculos entre elas. A partir da identificação das variáveis-chave diretamente relacionadas com a situação de interesse, elabora-se o Mapa Sistêmico, contendo as relações causais entre as variáveis, evidenciando, conseqüentemente, suas estruturas sistêmicas, com base em diagramas de enlace causal representativos da estrutura como um todo e das suas estruturas internas.

3.2.4. Traçar os padrões de comportamento

Esta etapa é caracterizada pela compreensão a partir da identificação dos atores-chave presentes no modelo mental. A partir desse ponto, o entendimento acerca das causas dos comportamentos é aprofundado.

3.2.5. Desenhar o mapa sistêmico

Identificamos nesta etapa as relações causais entre os fatores-chave desvendando as estruturas sistêmicas. O mapa sistêmico decorrente do modelo mental é construído pela linguagem sistêmica, permitindo encontrar as causas estruturais dos padrões de comportamento.

3.2.6. Identificar modelos mentais

O objetivo desta fase é identificar os modelos mentais presentes. Visa levantar crenças ou pressupostos que atores-chave mantêm em suas mentes e que influenciam seus comportamentos, gerando as estruturas do mundo real.

Nesse passo, identificam-se os principais atores e, a seguir, identificam-se seus modelos mentais que mais afetam a realidade em questão. Esses modelos mentais são opcionalmente adicionados ao mapa sistêmico como novas variáveis, de modo a enriquecê-lo.

3.2.7. Realizar cenários

Com o intuito de construir mentalmente realidades futuras adequadas, utiliza-se a metodologia de cenários, pois o método sistêmico é mais indicado para contextos presentes ou pretéritos.

“Cenários servem especialmente para desafiar modelos mentais instituídos a respeito do futuro, por meio da visualização dos seus possíveis desdobramentos” (ANDRADE *et al*, p.99, 2006).

A elaboração de cenários objetiva a criação de caminhos alternativos para o futuro.

3.2.8. Modelar em computador

A elaboração da modelagem e a simulação computacional têm como objetivo analisar o comportamento do sistema e suas respectivas partes no tempo. O objetivo desta etapa é a construção de micromundos onde é possível testar estratégias e obter aprendizagens.

Com a construção do mapa sistêmico obtêm-se o perfil de como será a modelagem, o número de variáveis e os relacionamentos entre elas que farão parte do modelo. Já os cenários identificam quais serão as variáveis-chave do modelo.

“A vantagem do uso do computador é a possibilidade de alterar parâmetros ou simular a passagem do tempo, além de avaliar as influências mútuas de uma maneira dinâmica. A principal função da modelagem é a possibilidade de reavaliação dos modelos mentais, uma vez que o computador oferece um local seguro para experimentações que geram aprendizagem” (ANDRADE *et al*, p. 100, 2006)

3.2.9. Definir direcionadores estratégicos, planejar ações e reprojeter o sistema

Construir caminhos estratégicos pertinentes, planejando ações para a alavancagem do sistema e o posterior direcionamento para o objetivo anteriormente traçado.

O replanejamento do sistema significa fazer mudanças com o intuito de obter resultados desejados, não esquecendo de considerar as consequências provenientes das mudanças realizadas.

Para a consecução do resultado final almejado é possível acrescentar novos elementos, enlaces ou até mesmo promover a quebra de relações que estejam produzindo impactos indesejáveis.

3.3. Ambiente computacional

Segundo Andrade *et al* (2006), a modelagem computacional é uma das ferramentas do Pensamento Sistêmico que adicionam aprendizagem ao processo. É uma redução simplificada da realidade, construída em computador, que tem o objetivo primordial de desenvolver aprendizagem. Por meio da modelagem computacional, constroem-se micromundos do sistema real, de maneira que se possa avaliar as consequências das ações no tempo e no espaço.

O uso de ferramentas de modelagem permite uma visão dinâmica do sistema modelado, ou seja, à medida que o modelo é simulado, os resultados desses processamentos auxiliam na reestruturação e melhoria do modelo inicial, possibilitando vislumbrar a evolução no tempo (XAVIER e DOS SANTOS, 2003).

A ferramenta computacional utilizada nesta pesquisa possibilita modelar e simular situações em sistemas biológicos, sociais e físicos através do interrelacionamento dinâmico entre variáveis. Através da sua modelagem, suas simulações fornecem a oportunidade para teste de teorias, observação de resultados, modificações de hipóteses, que incrementam o entendimento de como as coisas realmente funcionam e como fazer para melhorá-las. Observando o impacto dos resultados na performance e modificando conseqüentemente as suas ações a ferramenta torna-se fundamental na tomada de decisões.

Esta ferramenta de modelagem computacional utilizada é quantitativa e semiquantitativa que usa objetos como tanques, válvulas, conversores e conectores. O tanque (veja figura 10) representa uma grandeza que pode crescer e decrescer. A válvula associada ao tanque decide com que taxa de variação temporal a grandeza representada pelo tanque irá variar.

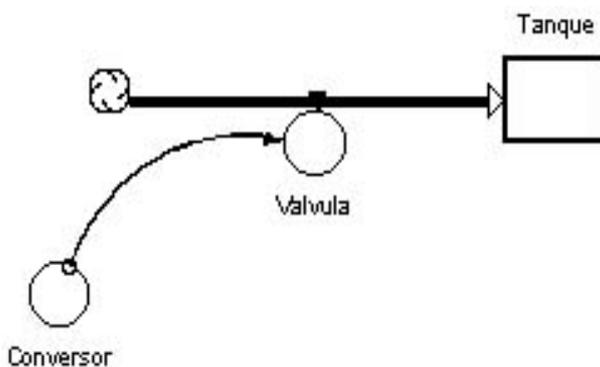


Figura 10 – Objetos utilizados para a construção do modelo

Fonte: Andrade (2006)

3.4. Modelo de simulação

A partir do modelo mental, utilizamos a interface gráfica da ferramenta computacional para construirmos o modelo, considerando os seguintes elementos:

- Variáveis de estoques e diagramas de fluxo foram utilizados para dar suporte ao modelo mental e fornecer indicações de como o sistema funciona;
- A intensificação dos ciclos das variáveis relacionadas com o ambiente a partir da modelagem nos forneceu um panorama futuro;
- Os gráficos resultantes das rodadas do sistema, permitiram uma percepção global das interrelações entre as variáveis presentes no modelo;
- As séries de repetições nos forneceram a estrutura do modelo;
- Os modelos de equações gerados permitiram a modificação das variáveis para uma formação de cenários futuros.

Assim, a modelagem computacional utilizará variáveis presentes na cadeia produtiva da biodiesel, na região do Sertão Central Cearense e no contexto socioeconômico brasileiro, no sentido de estabelecer relações importantes na determinação da viabilidade econômica da agricultura familiar produtora da mamona. Pautou-se na importância de prospecções futuras dos custos de produção da mamona para o pequeno produtor rural, como também para o setor de produção do biodiesel do país.

Através dessa modelagem pretende-se aprofundar a compreensão sobre o assunto e estabelecer uma relação de possíveis cenários futuros que possam orientar políticas públicas voltadas aos pequenos produtores rurais, bem como auxiliar no planejamento da produção de mamona na região, incorporando o risco na análise.

Segundo a SEAGRI (2003), existem muitos desafios a serem transpostos para que seja possível a viabilização, produção, distribuição e comercialização do biodiesel da mamona (BDMA) em alicerces sustentáveis e competitivos. Dentre os vários obstáculos encontrados, um de grande relevância é a articulação sistêmica de todos os agentes da sua cadeia produtiva (CP/BDMA).

Levando em consideração a disposição da cadeia produtiva do biodiesel da mamona, a necessidade da matéria-prima para a produção de biodiesel segundo o percentual obrigatório estabelecido pelo governo, as condições sócio-econômicas dos

pequenos produtores rurais da região do Sertão Central do Estado de Ceará, a utilização desvirtuada da soja como matéria-prima do biodiesel e as influências político-econômicas internas e externas na matriz energética. Formou-se um quadro complexo adequado para a utilização da modelagem computacional.

Tendo em vista o conturbado contexto em que está inserido o processo de produção de biodiesel no Brasil, surgem duas questões norteadoras de interesse estratégico em relação à viabilidade econômica da cultura da mamona para o pequeno produtor rural:

- O entendimento de quais variáveis (e como) estão envolvidas na dinâmica da cadeia produtiva do biodiesel da mamona (Figura X).
- A compreensão de como as configurações das variáveis envolvidas no ambiente proporcionará condições de viabilidade econômica para os pequenos produtores rurais.

Assim, a partir das questões anteriores, utilizar-se-á a metodologia apresentada para verificar se existem condições de viabilidade socioeconômica para a exploração da cultura da mamona a ser aproveitada como matéria-prima na produção do biodiesel.

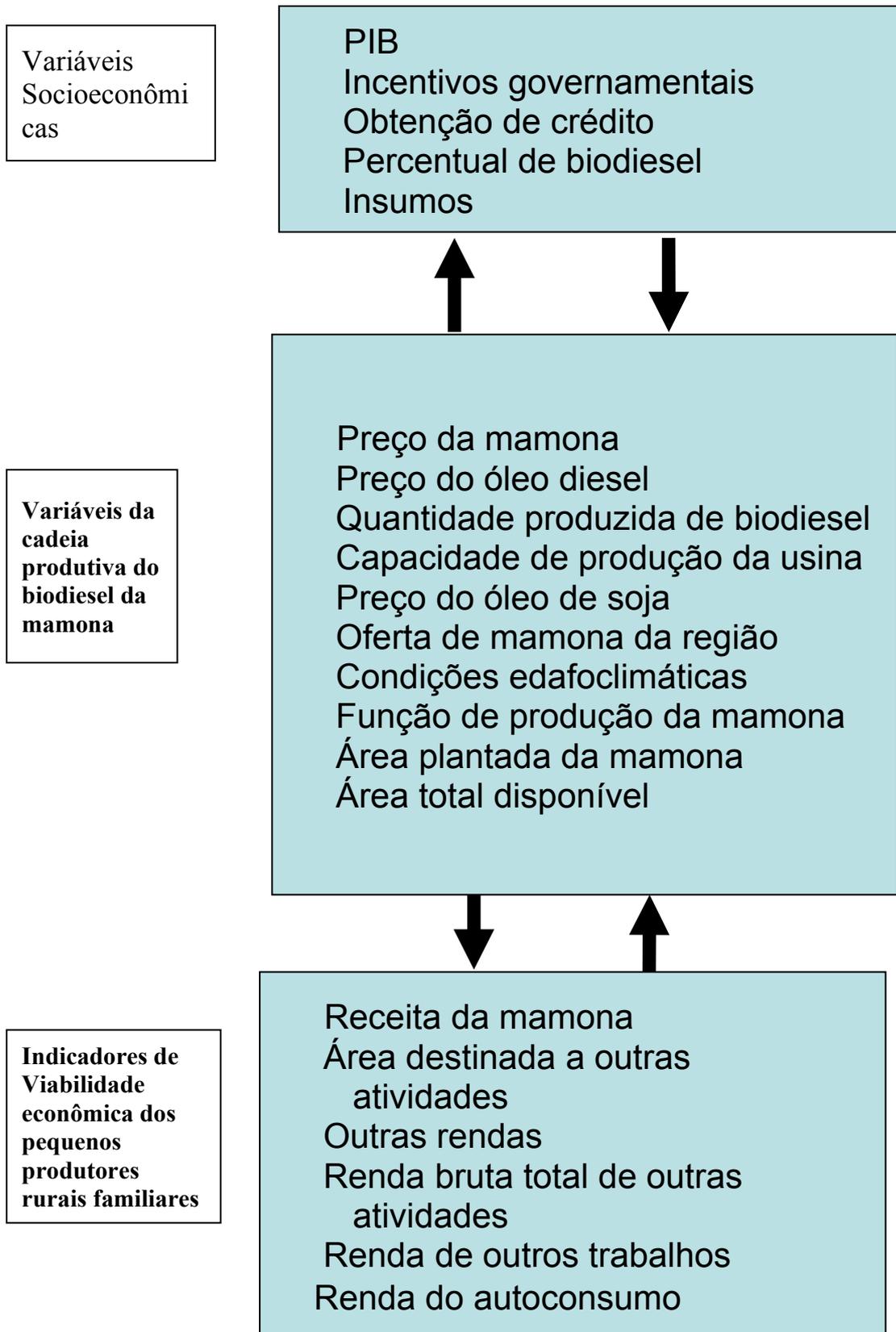


FIGURA 11 - VARIÁVEIS DO MODELO

Fonte: Própria pesquisa

CAPÍTULO 04

4. RESULTADOS

4.1 Análise dos resultados

O cenário desta pesquisa foi escolhido considerando-se a produtividade da mamona por hectare, os custos com a sua produção, o rendimento do óleo de mamona para produção de biodiesel e o preço da comercialização deste óleo no mercado. Apesar da cultura da mamona permitir o seu consórcio com outras culturas, este cenário não foi considerado neste estudo.

Após a enumeração e descrição das variáveis envolvidas no modelo da cadeia produtiva da mamona a partir do pequeno produtor familiar construiu-se o modelo que foi devidamente validado por especialistas e posteriormente realizou-se a construção de cenários utilizando a modelagem sistêmica computacional.

Após a análise do preço da mamona em função da demanda e da oferta da região, consorciado à área destinada à cultura desta oleaginosa e a renda familiar do pequeno produtor rural, além de todas as outras variáveis presentes nesta cadeia produtiva, foi possível construir um modelo que demonstrasse um cenário indicativo em relação à viabilidade econômica para o pequeno agricultor familiar explorar esta atividade como principal fonte de renda.

Como pode ser observado no modelo utilizado por este estudo, a produção de mamona pelo agricultor familiar está relacionada ao nível tecnológico empregado, às condições edafoclimáticas, o acesso ao crédito e a quantidade de área destinada ao cultivo desta oleaginosa.

O preço da baga da mamona vem apresentado grande variação. Nas épocas de entressafra e em anos de chuvas escassas, que resultam em safras desiguais e consequentes diminuições de áreas plantadas, a cotação da baga eleva-se devido à pequena oferta do produto no mercado. Já com o grande volume do produto decorrente da colheita, há quedas substanciais dos preços da oleaginosa, gerando frustração com as vendas e desestímulos para o pequeno produtor (CONAB, 2008).

Devido ao motivo supracitado, as usinas produtoras de biodiesel, principalmente àquelas portadoras do Selo Combustível Social, preferem garantir o preço de venda da baga da mamona, para não correrem riscos quanto à quantidade da oleaginosa

disponível e necessária para a produção de biodiesel, assim como em relação à garantia da manutenção dos incentivos fiscais oriundos da aquisição de oleaginosas provenientes dos pequenos agricultores rurais.

A partir do modelo construído para a explanação do funcionamento da cadeia produtiva da mamona para a produção de biodiesel, concluímos que o seu preço é influenciado pela oferta da mamona na região, pela demanda por mamona utilizada na produção de biodiesel, como também por outras demandas existentes em relação a essa oleaginosa.

É sabido que o preço do óleo de mamona comercializado no Brasil está diretamente relacionado ao preço internacional do óleo. Assim, como a cotação é feita em dólar, a taxa de câmbio também afeta bastante o preço em real. Vale ressaltar que o acréscimo no preço de matérias primas substitutas ou que compõem o biodiesel, também influenciam no preço do óleo de mamona e conseqüentemente no valor da baga da oleaginosa (EMBRAPA, 2007).

No que diz respeito à relação entre o preço da mamona e a oferta da região, corroborou-se o argumento explicitado, no tocante à influência internacional na determinação do preço da mamona comercializado no mercado, pois o gráfico 2 abaixo revela que mesmo havendo uma oferta crescente de mamona o seu preço não apresenta variações significativas ao longo do tempo.

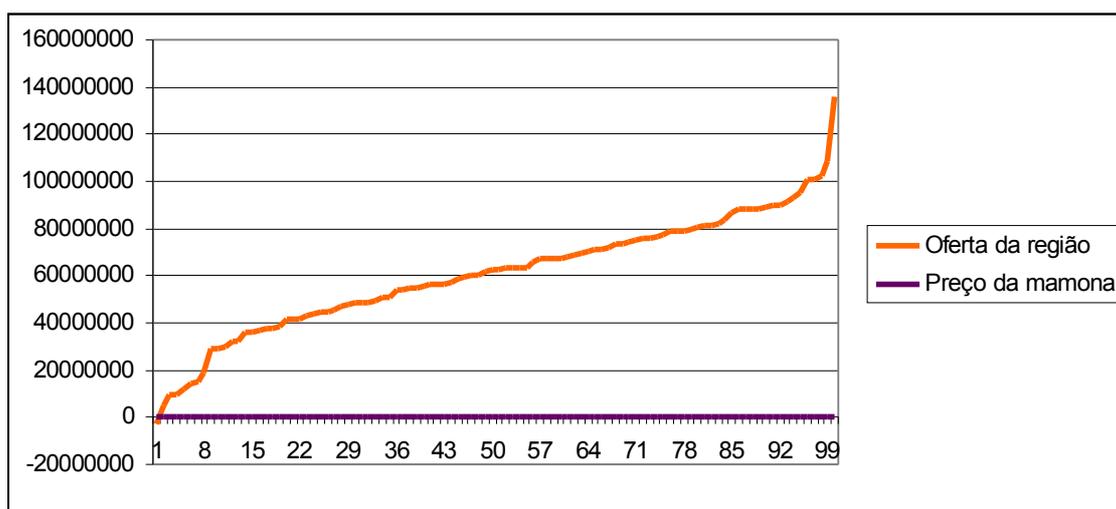


Gráfico 2 OFERTA DA REGIÃO X PREÇO DA MAMONA

Fonte: elaborado autor

Conforme o gráfico 3 abaixo, observamos uma demanda por mamona para a produção de biodiesel menor do que a oferta da região, consubstanciando em hipótese um cenário futuro desfavorável à exploração da cultura da mamona pelos agricultores familiares. Mesmo verificando-se uma oferta ascendente em detrimento de uma demanda praticamente estável em relação a cenários futuros, outras variáveis devem ser levadas em consideração para que haja a constituição de um panorama norteador.

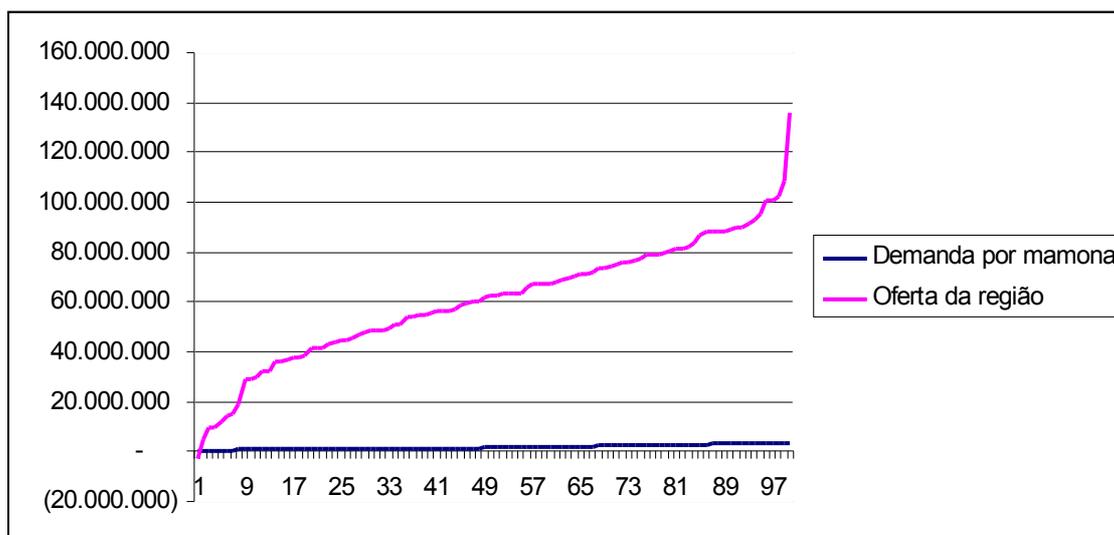


Gráfico 3

Fonte: elaborado pelo autor

Analisando a projeção de cenário da demanda por mamona em relação à média das respectivas demandas, verificamos uma ascensão projetada significativa. No entanto, esta demanda consubstancia-se de forma contrária quando comparada a demanda destinada a outros fins, conforme gráficos 4 e 5 a seguir.

Esta constatação demonstra que, mesmo tendo uma crescente tendência a utilização da biomassa para a produção de energia, ficou demonstrada que a indústria cosmética e farmacêutica continua demandando um grande volume de óleo de rícino.

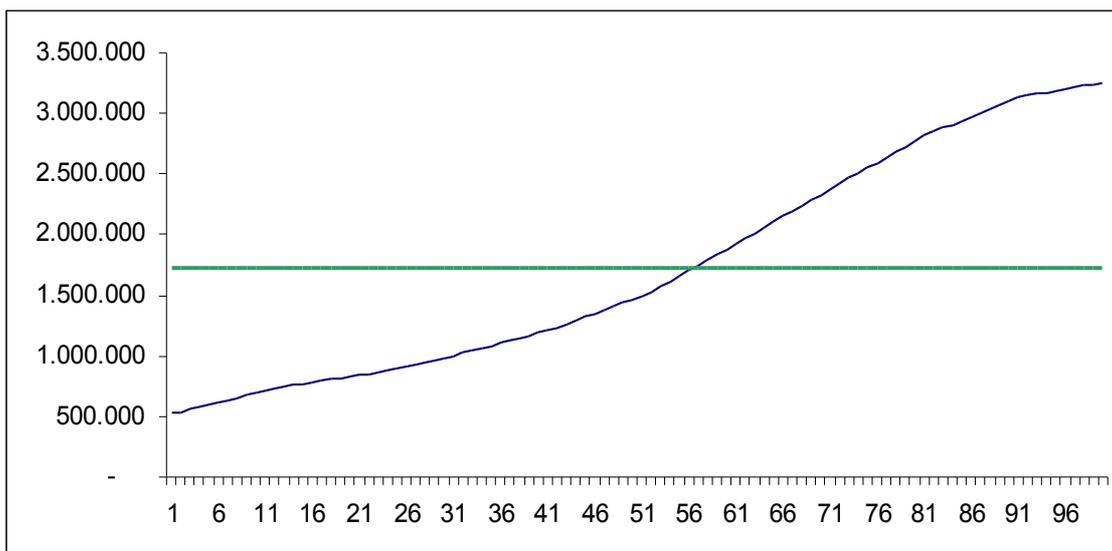


Gráfico 4: Demanda mamona X Média da demanda

Fonte: elaborado pelo autor

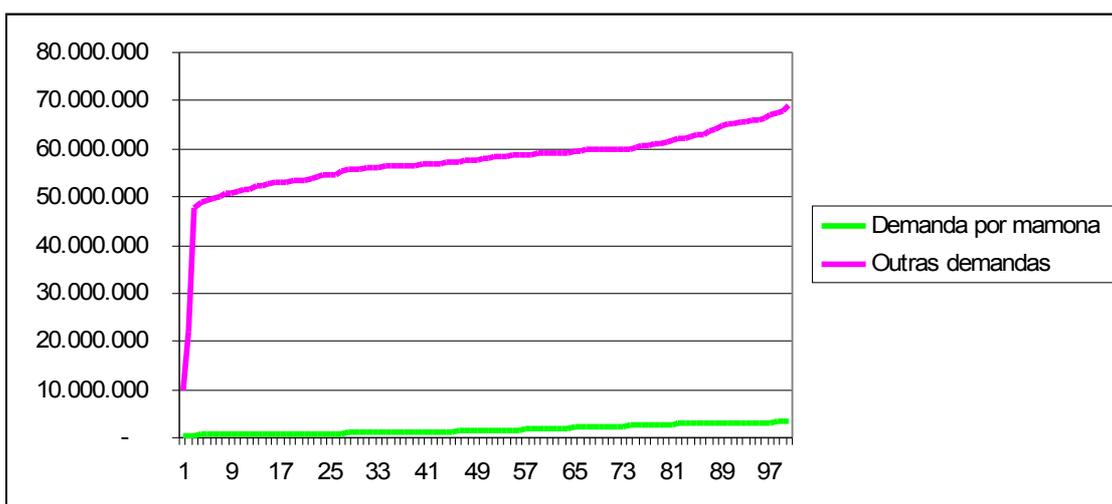


Gráfico: 5

Fonte: elaborado pelo autor

Analisando as trajetórias dos preços da oleaginosa em relação à área destinada ao cultivo desta cultura, percebe-se que elas seguem as mesmas proporções, conforme gráfico 6 a seguir, demonstrando que existe uma demanda latente em relação a esta oleaginosa, pois aumentando-se a área destinada ao seu cultivo, tem-se como consequência, o aumento da oferta do produto na região e de acordo com a teoria econômica, quanto maior a oferta menor deveria ser o preço. Este fato não é constatado, segundo o gráfico abaixo, demonstrando que existe um mercado em relação a esta oleaginosa que não é suprido.

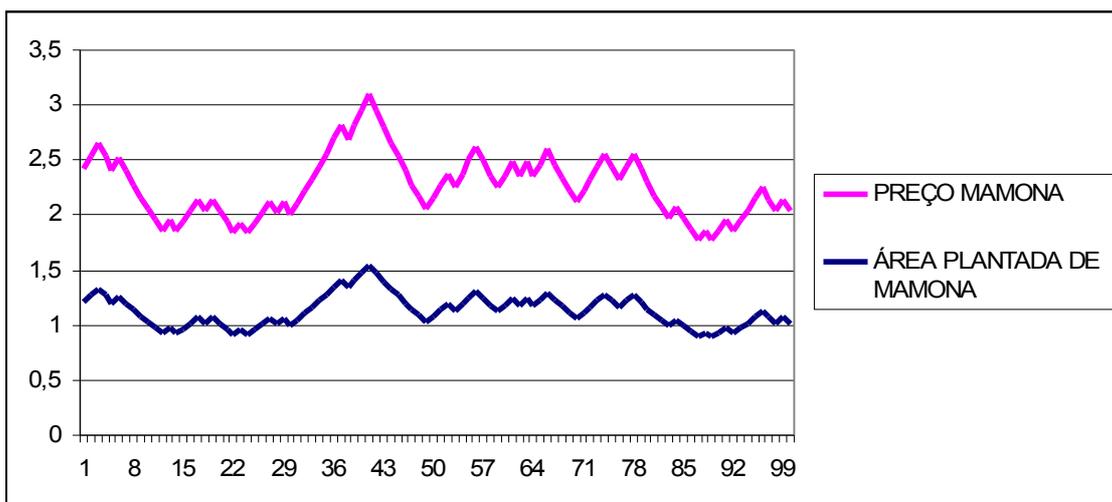


Gráfico 6

Fonte: elaborado pelo autor

Já em relação à comparação do preço da mamona comercializado no mercado e o seu preço anterior, nota-se, no gráfico 7, que um reflete a imagem do outro, não demonstrando variações substanciais. Assim, os preços comercializados no mercado não apresentam grandes descompassos, dando certo grau de segurança ao produtor rural.

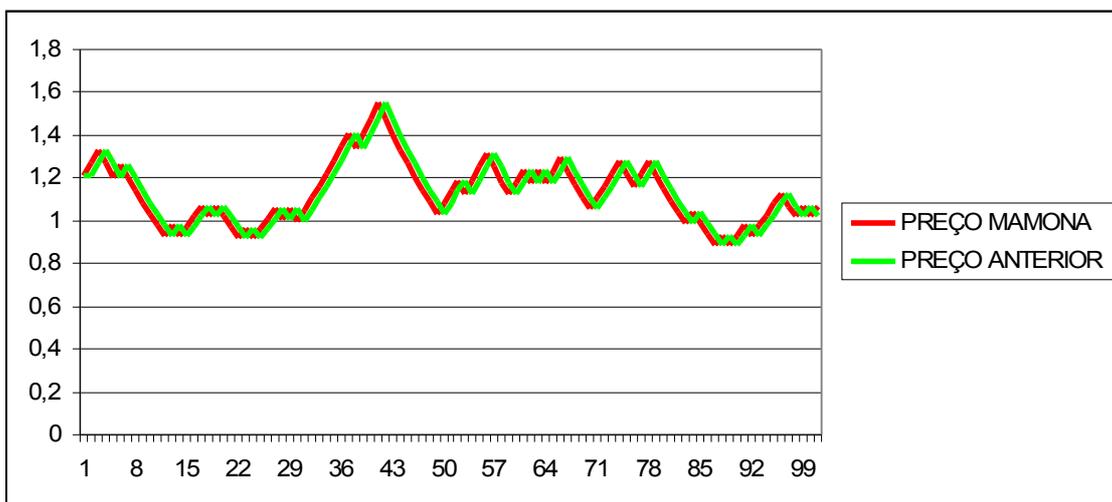


Gráfico 7

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação àqueles agricultores familiares que se destinam a exploração da cultura da mamona, observa-se, conforme o gráfico 8 a seguir, que a área destinada a

outras atividades supera bastante à destinada ao cultivo da oleaginosa. Este fato espelha certo alarde do pequeno produtor em relação ao cultivo da mamona como principal atividade produtiva.

Este receio por parte do pequeno produtor rural é reflexo da falta de políticas públicas no fomento desta atividade, pois sem o devido incentivo governamental, conforme exposto no referencial teórico, essa atividade torna-se inviável.

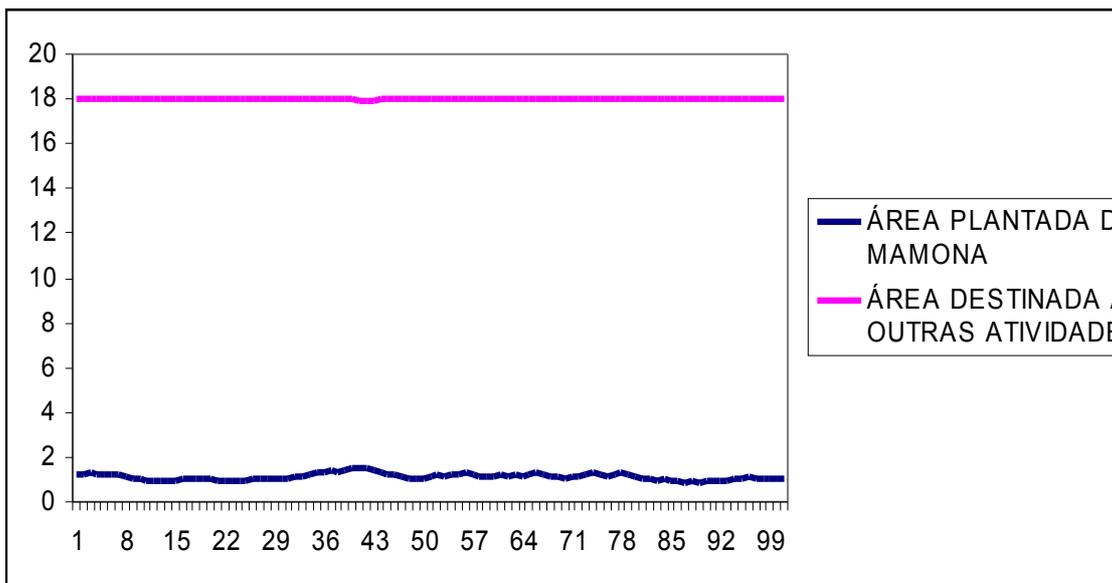


Gráfico 8

Fonte: elaborado pelo autor

Mesmo assim, analisando-se o gráfico 9, constata-se que a renda proveniente da cultura da mamona é consideravelmente maior do que as rendas auferidas a partir de outros trabalhos. Demonstrando que a exploração da atividade produtiva desta oleaginosa pode ser bastante rentável, caso haja adequado incentivo.

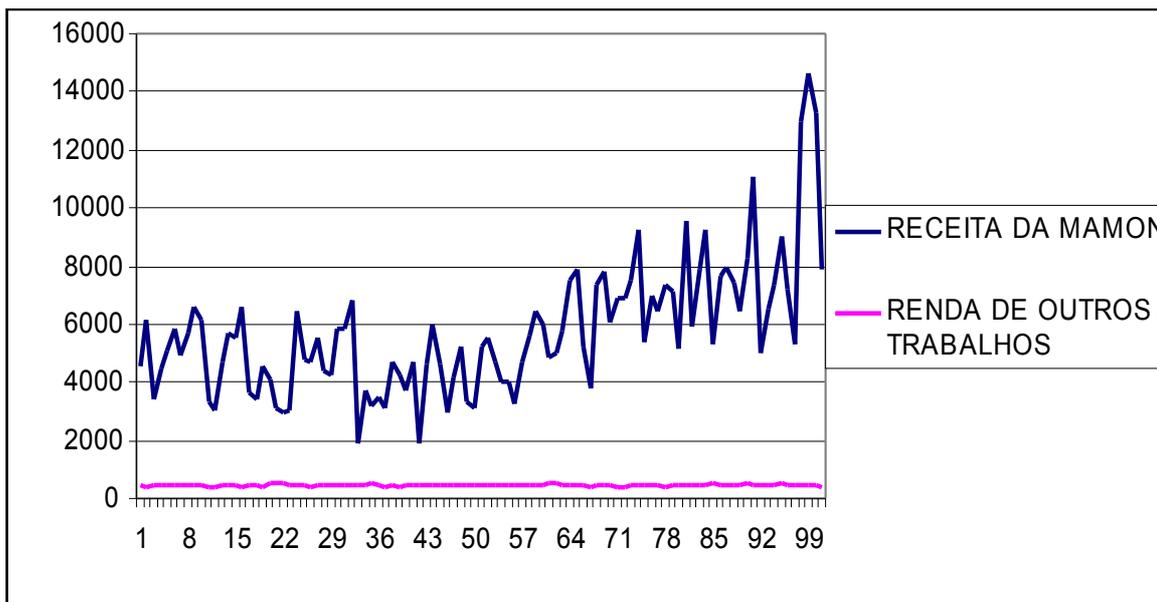


Gráfico 9

Fonte: elaborado pelo autor

Corroborar-se a análise supracitada, ao apreciar-se o gráfico 10 a seguir, pois o mesmo demonstra que a renda obtida com a receita da mamona, é substancialmente maior do que a renda bruta total de outras atividades.

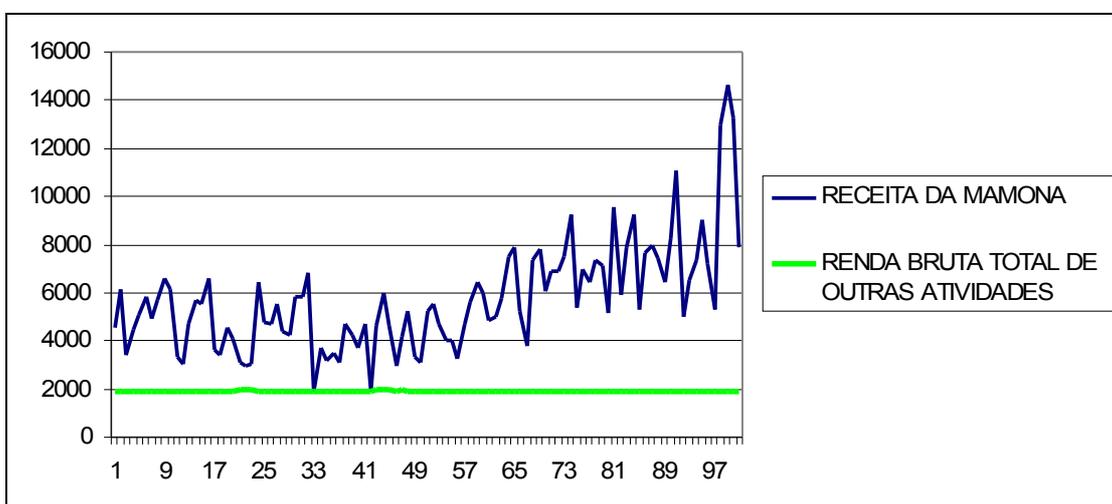


Gráfico 10

Fonte: elaborado pelo autor

Na comparação entre a receita auferida pela comercialização da mamona e a renda familiar total, conforme o gráfico 11 a seguir, nota-se a proximidade entre uma e outra, consubstanciando que para os agricultores familiares que exploram a cultura da oleaginosa em comento, grande parte da sua renda é composta a partir da receita obtida com a sua venda.

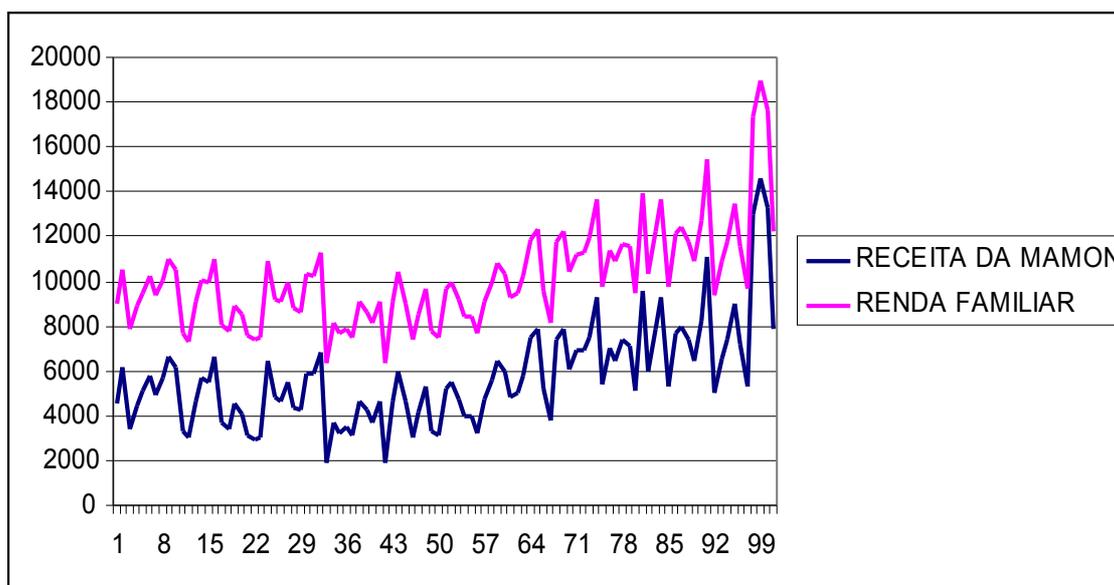


Gráfico 11

Fonte: elaborado pelo autor

Nesta outra análise, conforme gráfico 12 verifica-se, que mesmo com a variabilidade da receita da mamona, o que pode ser um fator negativo para os pequenos agricultores rurais por trazer insegurança quanto à sua renda, ficou demonstrado quão esta, é sempre maior do que a renda voltada ao autoconsumo, confirmando a teoria em relação à necessidade do pequeno produtor rural em volver sua produção para ser comercializada e não apenas voltada para sua subsistência.

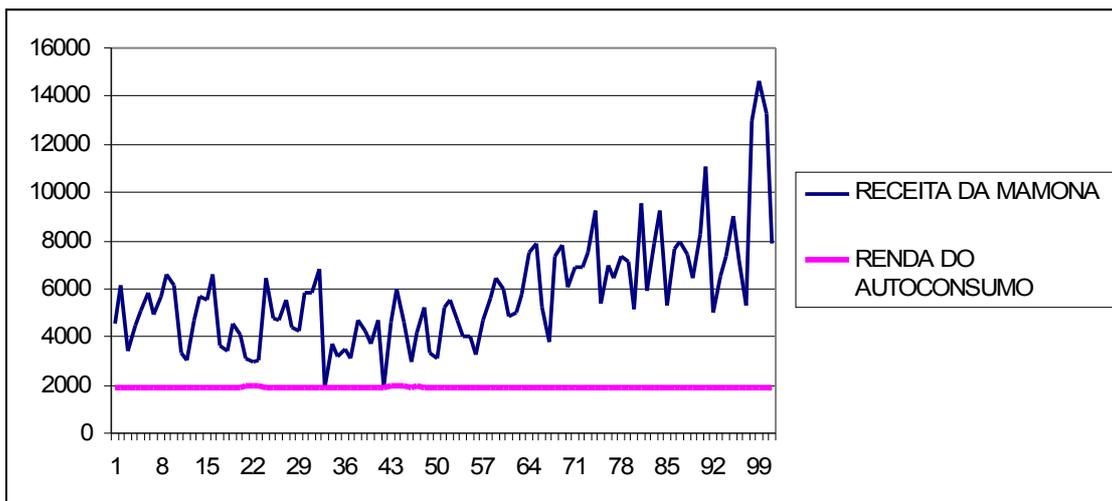


Gráfico 12

Fonte: elaborado pelo autor

Quando compara-se a trajetória no tempo da produção de mamona pelo pequeno agricultor familiar em relação a renda familiar (gráfico 13), verifica-se uma ascensão dessa renda familiar, confirmando as análises feitas anteriormente em relação aos outros componentes da renda, que a renda auferida com a comercialização da mamona têm um impacto positivo na composição dos rendimentos totais.

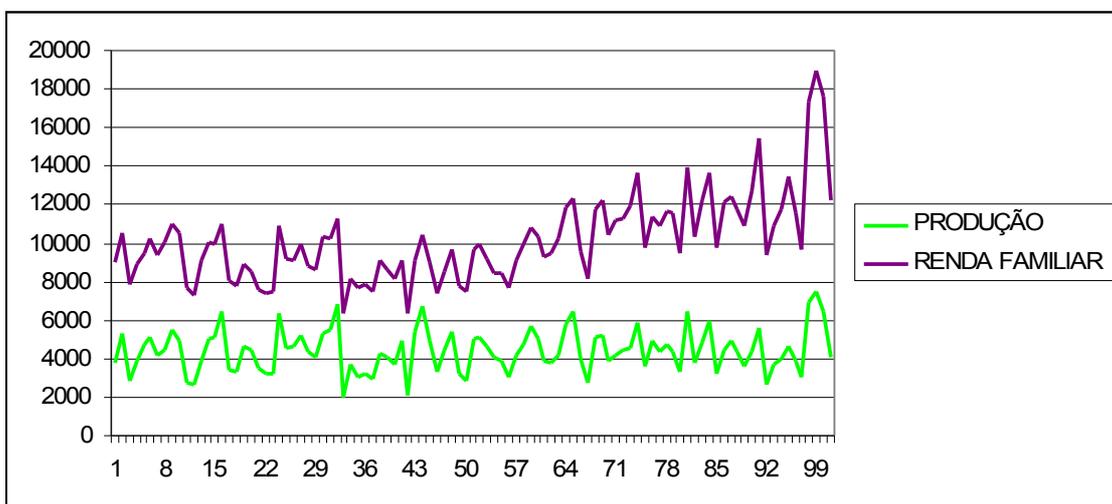


Gráfico 13

Fonte: elaborado pelo autor

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo geral analisar a viabilidade econômica dos agricultores familiares que exploram a cultura da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Semi-Árido nordestino, através de um modelo operacionalizado por um programa computacional, para a construção de cenários futuros.

O primeiro objetivo específico foi alcançado que era a construção de um modelo da cadeia produtiva do biodiesel, incluindo as interações com um indicador de viabilidade econômica dos agricultores familiares produtores de mamona.

O segundo objetivo específico também foi alcançado, visto que foi realizada a estimativa dos impactos das principais variáveis de cenário na viabilidade econômica dos agricultores familiares produtores de mamona para uso na produção do biodiesel.

É relevante ressaltar que, em meados da década de 70, o Estado do Ceará, especialmente na região do Sertão Central, foi um dos mais expoentes produtores de óleo de mamona. A partir do início da década de 80, com a saturação do mercado químico, ocorreu uma crise no setor agravada, ainda mais, em 1993, com a seca daquele ano. Este declínio também se deve ao fato de não ter havido, no nosso país, melhorias tecnológicas de insumos e defensivos agrícolas para esta cultura. Também contribuíram para este declínio: a desorganização do mercado interno, tanto para o produtor como para o consumidor final; os baixos preços pagos ao produtor agrícola, e as escassas disponibilidades de crédito e assistência técnica (SANTOS *et al.*, 2001).

Em 2002 o programa do Biodiesel do Governo Federal, no Ceará os programas governamentais tem dado incentivos para a retomada do cultivo da mamona.

Com a exploração da cultura da mamona pelo pequeno agricultor familiar, objetiva-se obter uma renda salarial e evitar o êxodo rural.

Por meio da revisão bibliográfica presente no capítulo 2, mostrou-se o conceito de cadeia produtiva e seus componentes; o conceito de biodiesel; demonstrou-se a formação da cadeia produtiva do biodiesel, como também a cadeia produtiva do biodiesel da mamona; a organização da agricultura familiar no Brasil e na região do Sertão Central cearense e por fim a modelagem sistêmica e suas implicações. Todos

esses tópicos formadores do referencial teórico foram essenciais para a elaboração do modelo a partir das variáveis componentes e suas implicações.

Após a formulação da metodologia, desenvolveu-se um mapa a partir da modelagem sistêmica, elaborado para a construção de um modelo computacional que explicasse a dinâmica da cadeia produtiva da mamona para a produção de biodiesel. A partir da elaboração do modelo foi possível a construção de cenários, a cerca da viabilidade econômica para o pequeno agricultor familiar explorar a cultura da mamona para a produção de biodiesel.

Logo, conclui-se que existe uma demanda latente por mamona, no entanto, sem os devidos incentivos voltados ao pequeno agricultor familiar, dificilmente a exploração desta atividade será viável.

Sendo assim, este trabalho serve como uma alternativa a ser utilizada a qualquer outro tipo de cadeia produtiva de oleaginosas, devido à metodologia que foi construída.

Dessa forma, o desenvolvimento deste estudo viabiliza outras contribuições para o setor da agroenergia do país, através da produção de biodiesel a partir do óleo de mamona, ou de outra oleaginosa.

5.2 Limitações da pesquisa

Uma grande dificuldade encontrada, foi em relação a complexidade e a falta de estruturação da cadeia produtiva da mamona, acarretando grandes obstáculos ao pesquisador, pois a falta de informações corretas, leva muitas vezes a estimativas não condizentes perfeitamente com a realidade.

Os impactos entre as variáveis foram estabelecidos por especialistas, portanto, os resultados não podem ser considerados inquestionáveis, mas apenas que estão dentro de um parâmetro correto.

Assim, é conveniente ainda destacar, que os resultados foram impetrados para a região estudada para a região objeto de estudo, num determinado espaço de tempo. Não é adequado fazer generalizações para outras regiões.

5.3 Recomendações para trabalhos futuros

Como recomendação para trabalhos futuros sugere-se:

- Aplicação da metodologia e análise de outras oleaginosas para a produção de biodiesel, como o pião manso, que, de acordo com especialistas, vêm demonstrando-se como excelente alternativa para a fabricação de biodiesel no semi-árido.
- Realização de estudos para identificação e capacitação dos produtores para a formação de cooperativas com o intuito de construir usinas de esmagamento.
- Realizar estudos de viabilidade econômico-financeira para o aproveitamento integral da mamoneira.
- Estudar o ponto de equilíbrio para determinar a quantidade de hectares necessários para retirar o agricultor que está abaixo da linha da pobreza ou indigência.

6. Referências Bibliográficas

ABRAMOVAY, R. **De volta para o futuro: mudanças recentes na agricultura familiar.** In: Anais do I Seminário Nacional do Programa de Pesquisa em Agricultura Familiar da EMBRAPA – Petrolina pp. 17-27, 1995.

ABRAMOVAY, R. e MAGALHÃES, R. S. **A Formação de um Mercado de Microfinanças no Sertão da Bahia.** Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 22, p. 107 - 119, 2007.

ANDRADE, W.E.B. **Limitações nutricionais para a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) e do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em cultivo sucessivo em solo de várzea da região norte fluminense.** Lavras : Universidade Federal de Lavras, 1997. 125p. Tese de Doutorado.

ANDRADE, L. A. **Pensamento Sistêmico: caderno de campo: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade/** Aurélio L. Andrade et al. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Sistemas agroflorestais na caatinga – agroecologia versus desertificação.** EMBRAPA Caprinos. Sobral. Ceará. 2005 (Comunicado Técnico).

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/dadosestatisticos.asp>, acesso em: 2008.

BASTOS, Alexandre Antunes Parreiras. **A dinâmica de sistemas e a compreensão de estruturas de negócios.** 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - FEA/USP, Universidade de São Paulo, São Paulo-São Paulo.

BATALHA, M. O. e SILVA, A. L. S. **Gerenciamento de Sistemas Agroindustriais: Definições e Correntes Metodológicas.** In: BATALHA, M. O.e LIMA, E. F (Coord.) Gestão Agroindustrial, v.1, Ed. Atlas, São Paulo (2001).

BELLINGER, G. **Knowledge Management**. Consortium benchmarking study. Final report. American Productivity & Quality Center, 1996.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria dos Sistemas**. Tradução de Maria da Graça Lustosa Becskehazy, Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1976, 143p. (Série Ciências Sociais).

BIODIESELBR 2008. Disponível em: www.biodieselbr.com, acesso em: 2008.

BIODIESELBR Revista. Ano 2. Nº 9. Fev/Mar 2009.

BRASIL. Lei nº 11.097. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis números 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Presidência da República, Brasília, DF, 13 de jan. de 2005. disponível em <[HTTP://www.mda.gov/saf/index.php?scid=282](http://www.mda.gov/saf/index.php?scid=282)>. Acesso em dezembro de 2008.

BRASIL (2005) Lei no 11.097. **Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira**. Presidência da República, Brasília, DF.

CAMPOS, Arnaldo e CARMELIO, Edna de C. **Biodiesel e agricultura familiar no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura**. O Futuro da Indústria: Biodiesel (Coletânea de Artigos). Série Política Industrial, Tecnologia e de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, 2006.

CASTRO, A. M. G de.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. **Cadeia Produtiva: Marco Conceitual para Apoiar a Prospecção Tecnológica**. XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Salvador – BA, 2002.

CASTRO, A. M. G. de. **Análise da Competitividade de Cadeias Produtivas**. Palestra apresentada no workshop Cadeias Produtivas e Extensão Rural na Amazônia, promovido pela Suframa. Manaus – AM, 2000.

CASTRO, Antônio M. G de. **Cadeia Produtiva e Prospecção Tecnológica como Ferramentas para a Gestão da Competitividade.** In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DE T TECNOLOGIA, 22. 2002, Salvador. Anais... São Paulo: FEA/USP, 2002.

CHIARANDA, M.; ANDRADE JÚNIOR, A. M. e VIAN, Carlos, E. de F. **A Produção de Biodiesel no Brasil e Aspectos do PNPB.** Grupo de Estudos e Extensão em Desenvolvimento Econômico e Social Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

CONAB. **Metodologia de cálculo de custo de produção da CONAB.** Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: WWW.conab.gov.br. Acesso em 2008.

DE BARROS, Ana C. N. **Análise Econômica da Agricultura Familiar em Áreas de Assentamento Rurais no Estado do Ceará: Um Estudo de Caso.** Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Economia Rural. Universidade federal do Ceará, 2000.

DE CARVALHO, R. L.; POTENGY, G. F.; KATO, K. **PNPB E SISTEMAS PRODUTIVOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO: OPORTUNIDADES E LIMITES.** Evento: VII Congresso Brasileiro de Sistemas de Produção; Inst. promotora/financiadora: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. Local: Fortaleza; Cidade: Fortaleza; 2008.

DA SILVA, Carlos A. B. e BATALHA, Mário O. **Competitividade em Sistemas Agroindustriais: Metodologia e Estudo de Caso.** II Workshop Brasileiro de Gestão de Sistemas Agroalimentares – PENSA/FEA/USP. Ribeirão Preto/1999.

DA SILVA, Luís C. **Cadeia Produtiva de Produtiva de Produtos Agrícolas.** Boletim Técnico: MS: 01/05 em 21/04/2005.

DÁLIA, Wilson Sotero. **A Produção do biodiesel: uma perspectiva para a agroenergia no Nordeste brasileiro.** O Futuro da Indústria: Biodiesel (Coletânea de Artigos). Série Política Industrial, Tecnologia e de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Portal de Informações sobre mamona, disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona, acesso em 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informe sobre a Situação e Perspectivas da Agroenergia e dos Biocombustíveis no Brasil**, 2007.

FAO/INCRA. **Perfil da agricultura Familiar no Brasil: dossiê estatístico**. Brasília, 1996.

FARINA, E. M., ZYLBERSZTAJN, D. **Organização das cadeias agroindustriais de alimento**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 20.1992, Campos de Jordão. Anais. São Paulo: 1992, p. 189-207.

FERNANDES, Amarildo da Cruz. **Dinâmica de sistemas e business dynamics: tratando a complexidade no ambiente de negócios**. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP. *Anais...* Associação Brasileira de Engenharia de Produção-ABEPRO. Salvador (BA), 2001. Disponível em: <www.gpi.ufrj.br/artigos.htm> Acesso em 2008.

FOSTER, M. G e MURTA, Marcelo de S. **Pré-estudo de Viabilidade Técnica e Econômica da Implantação de um Pólo para Produção de Biodiesel no Semiárido Nordestino**. Cadernos de Altos estudos. Biodiesel e Inclusão Social. Brasília, 2004.

GALINDO, Alexandre Gomes. **Análise das dinâmicas relacionadas com o desenvolvimento do arranjo produtivo local de tecnologia da informação de Fortaleza (CE)**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Administração) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados. Fortaleza, 2008. 331 p.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

GUIMARÃES, L. G. de A. **Tomada de Decisão em Investimentos na Produção de Oleaginosas para Setor de Biodiesel, com Foco na Pequena e Média Empresa: Uma Abordagem de Análise Discriminante e Fatorial**. Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional, da Universidade Federal do Ceará, 2008.

GTI - **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial Encarregado de Apresentar Estudos sobre a Viabilidade de Utilização de Óleo Vegetal – Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia**. Grupo de Trabalho Interministerial, Brasília, DF (2003).

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

HANNON, B.M., RUTH, M. **Modeling dynamics biological systems**. Springer-Verlag: New York, 1997. 339 p.

IEA – International Energy Agency. Disponível em <<http://www.dataenergia.com.br>>. Acesso em 2008.

IPECE – Ceará em números (2005). Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em agosto de 2008.

KAGEYAMA, Ângela. **Produtividade e renda na Agricultura Familiar: efeitos do PRONAF – crédito**. Agric. São Paulo, SP, 50 (2): 1-13, 2003.

KASPER, Humberto. **O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto**. 2000. 291 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-Rio Grande do Sul.

LASTRES, H. M. M. e CASSIOLATO, J. E. **Glossário de arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais**. Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais – www.ie.ufrj.br/redesist. Rio de Janeiro: Sebrae, 2003.

LEITE, Pedro S. **Em busca do Desenvolvimento Rural do Ceará – Coletânea de artigos**. Fortaleza, 2005.

MALUF, Renato S. **Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais**. Ensaio FEE, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 299-322, abr. 2004.

MEIRELLES, F. S. **Biodiesel**. Federação de Agricultura do Estado de São Paulo, Brasília, 2003.

MELLAR, H. BLISS, J., BOOHAN, R., OGBORN, J. & TOMPSETT, C. (eds). **Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum**. The Falmer Press, London, 1994.

MENDES, Ricardo de Albuquerque. **Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do Biodiesel da Mamona (CP/BDM): o Caso do Ceará**. Fortaleza, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MDA. **Biodiesel no Brasil: resultados socioeconômicos e expectativa futura**. Brasília: MDA, 2007. Disponível em <http://www.mda.gov.br/saf/>. Acessado em junho de 2008.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. São Paulo: Atlas, 2005.

PARENTE, E. J.de S. et al. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.

PAULILLO, Luiz F. **Agroindústria e Citricultura no Brasil**. Editora E-papers, Rio de Janeiro – RJ: 2007.

PAULILLO, Luiz F., VIAN, Carlos E. de F., SHIKIDA, Pery F. A., DE MELLO, Fabiana T. **Álcool combustível e biodiesel no Brasil: *quo vadis?*** RER, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, p. 531-565, jul/set 2007 – Impressa em agosto 2007.

PERES, Roberto R. e BELTRÃO, Napoleão E. de M. **Oleaginosas para biodiesel: situação atual e potencial.** O Futuro da Indústria: Biodiesel (Coletânea de Artigos). Série Política Industrial, Tecnologia e de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, 2006.

PIDD, M. **Modelagem Empresarial: ferramenta para tomada de decisão.** Ed. Bookman Companhia Ed, 1997.

SANTOS, Omar I. B.; RATHMANN, Régis e PADULA, A. D. **Modelo para Avaliação dos Limites da Viabilidade do Biodiesel no Brasil.** in: XLIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza. Anais - XLIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza – CE: SOBER, 2006. v. 1.

SANTOS, R. F., BARROS, M. A. L., MARQUES, F. M., FIRMINO, P. T., REQUIÃO, L. E. G. Cap. 1. **Análise Econômica.** In DE AZEVEDO, M. P. e LIMA, E. F. O AGRONEGÓCIO DA MAMONA NO BRASIL. Embrapa algodão. Campina Grande, 2001.

SCHAFFEMICHT, Martin. **Indagación de situaciones dinâmicas mediante la dinámica de sistemas: Tomo 1-fundamentos.** Talca-Chile: Universidade de Talca, 2006. p.47-102.

SEAGRI. Projeto mamona do Ceará. Secretaria da Agricultura e Pecuária. Secretaria da Agricultura Pecuária, Governo do Estado do Ceará, 2003. Disponível em [HTTP://www.seagri.ce.gov.br](http://www.seagri.ce.gov.br). Acesso em: 2008.

SENGE, Peter M. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende.** 3 ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1998. p.201-232.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA FILHO, H. M. de; BATALHA, M. O.; TRUZZI, O. **Gestão Integrada para a Agricultura Familiar**. MDA (NEAD) e Universidade Federal de São Carlos (NFScar), 2006.

STEED, M. **STELLA, A Simulation Construction Kit: Cognitive Process and Educational Implications**. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 11, 39-52. 1992.

TRIVIÑOS, Augusto. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VEDANA, Miguel A. **Aspectos Econômicos do Biodiesel**. Disponível em: www.biodieselbr.com. Último acesso em setembro de 2008.

VEDANA, Miguel A. **A lentidão e o atraso da ANP com o biodiesel**. Disponível em: www.biodieselbr.com. Último acesso em 2009.

VIEIRA, José N. de S. **A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil**. O Futuro da Indústria: Biodiesel (Coletânea de Artigos). Série Política Industrial, Tecnologia e de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, 2006.

XAVIER, F. G. e DOS SANTOS, A. de C. K. **A Modelagem Computacional, Utilizando o Laboratório de Aprendizagem Experimental com Animação para o Pensamento Sistêmico (STELLA), em Tópicos de Educação Ambiental**. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ 2003.

ANEXOS

